

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-049681

(43)Date of publication of application : 21.02.2003

(51)Int.Cl.

F02D 41/04
B01D 53/94
F01N 3/08
F01N 3/20
F01N 3/28
F02D 43/00
F02D 45/00

(21)Application number : 2001-239617 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

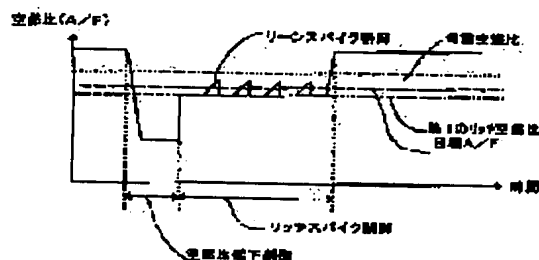
(22)Date of filing : 07.08.2001 (72)Inventor : MIYASHITA SHIGEKI

(54) EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve purifying capacity of a front-end catalyst without degrading purifying capacity of an NOx catalyst, in an exhaust emission control device for an internal combustion engine where the front-end catalyst having oxygen storing capacity is disposed upstream of the NOx catalyst.

SOLUTION: The exhaust emission control device for an internal combustion engine disposes the front-end catalyst 46 having oxygen storing capacity upstream of the NOx catalyst 48, and executes air-fuel ratio reduction control to consume stored oxygen in the front-end catalyst 46 just before execution of rich spike control. During the execution of rich spike control, lean spike control for increasing an exhaust air-fuel ratio temporarily is executed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other

than the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The internal combustion engine which enables combustion of the gaseous mixture of a hyperoxia condition, and the NOx catalyst which is prepared in said internal combustion engine's flueway, and purifies the nitrogen oxides under exhaust air under existence of a reducing agent, When it is necessary to purify nitrogen oxides with the front-end catalyst which is arranged for the upstream and has oxygen occlusion capacity from said NOx catalyst in said flueway, and said NOx catalyst A rich spike control activation means to reduce an exhaust air air-fuel ratio to the 1st rich air-fuel ratio lower than theoretical air fuel ratio, An air-fuel ratio fall control activation means to reduce an exhaust air air-fuel ratio to the 2nd rich air-fuel ratio lower than said 1st rich air-fuel ratio before activation of the rich spike control by said rich spike control activation means, The exhaust emission control device of the internal combustion engine characterized by having the RIN spike control activation means which raises an exhaust air air-fuel ratio temporarily during the activation period of the rich spike control by said rich spike control activation means.

[Claim 2] Said RIN spike control activation means is the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by raising an exhaust air air-fuel ratio for every predetermined time during the activation period of rich spike control.

[Claim 3] The internal combustion engine which enables combustion of the gaseous mixture of a hyperoxia condition, and the NOx catalyst which is arranged in said internal combustion engine's flueway, and purifies the nitrogen oxides under exhaust air under existence of a reducing agent, When making nitrogen oxides purify with the front-end catalyst which is arranged in an upstream flueway and has oxygen occlusion capacity from said NOx catalyst, and said NOx catalyst The rich spike control activation means which makes an exhaust air air-fuel ratio lower than theoretical air fuel ratio, When said internal combustion engine is operated by theoretical air fuel ratio after activation of the rich spike control by said rich spike control activation means The exhaust emission control device of the internal combustion engine characterized by having the RIN spike control activation means which makes an exhaust air air-fuel ratio temporarily higher than theoretical air fuel ratio when activation of rich spike control is completed.

[Claim 4] Said RIN spike control activation means is the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 or 3 characterized by raising the air-fuel ratio of exhaust air within limits to which the amount of oxygen contained during exhaust air does not exceed the oxygen storage capacity of said front-end catalyst.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] About an internal combustion engine's exhaust emission control device, while an NOx catalyst is especially prepared in an internal combustion engine's exhaust air system, it is related with the exhaust emission control device of the internal combustion engine with which the front-end catalyst which has oxygen occlusion capacity for the upstream of an NOx catalyst has been arranged.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the internal combustion engine carried in an automobile, development of the lean combustion type internal combustion engine which can burn the gaseous mixture (gaseous mixture of a hyperoxia condition) of an air-fuel ratio higher than theoretical air fuel ratio is furthered in order to aim at reduction of fuel consumption. the time of starting of the technique which purifies efficiently the nitrogen oxides (NOx) discharged by the lean combustion type internal combustion engine corresponding to this, and a lean combustion type internal combustion engine -- and -- or the technique of raising the exhaust air emission immediately after starting is demanded.

[0003] While arranging an NOx catalyst to a lean combustion type internal combustion engine's flueway by the former to such a demand, the technique which arranges a front-end catalyst with heat capacity smaller than an NOx catalyst from the NOx catalyst to an upstream flueway is proposed.

[0004] As a technique which was described above, a lean combustion type internal combustion engine's exhaust emission control device which was indicated by JP,2000-27677,A is known, for example.

[0005] In the exhaust emission control device with which the three way component catalyst which has oxygen storage capacity in an upstream flueway has been arranged, a lean combustion type internal combustion engine's exhaust emission control device indicated by said official report makes an exhaust air air-fuel ratio lower than the air-fuel ratio at the time of rich spike actuation, and consists of the occlusion reduction type NOx catalyst at the predetermined period immediately after rich spike actuation initiation while an occlusion reduction type NOx catalyst is arranged in a lean combustion type internal combustion engine's flueway.

[0006] Thus, a lean combustion type internal combustion engine's constituted exhaust emission control device tends to switch without delay the air-fuel ratio of the exhaust air which is made to emit immediately all the oxygen stored in the three way component catalyst, with flows into an occlusion reduction type NOx catalyst from the Lean air-fuel ratio to a desired rich spike air-fuel ratio or theoretical air fuel ratio by making the air-fuel ratio of exhaust air lower than the time of rich spike actuation, just before rich spike actuation is started substantially.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, since a Prior art which was described above makes all the storage oxygen of a three way component catalyst emit in case it switches the air-fuel ratio of the exhaust air which flows into an occlusion reduction type NOx catalyst from the Lean air-fuel ratio to a predetermined rich air-fuel ratio or theoretical air fuel ratio, there is [a possibility that the oxidation capacity of the three way component catalyst under rich spike actuation may decline, and the rate of purification of a hydrocarbon (HC) and a carbon monoxide (CO) may fall].

[0008] Furthermore, if an internal combustion engine is operated by theoretical air fuel ratio after termination of rich spike actuation, since an opportunity to store oxygen in a three way component catalyst will be lost, there is a possibility that it may become difficult to fully oxidize and purify the hydrocarbon (HC) and carbon monoxide (CO) under exhaust air.

[0009] This invention aims at offering the technique which can raise the purification capacity of a front-end catalyst in the exhaust emission control device of the internal combustion engine having the NOx catalyst which was made in view of various troubles which were described above, and was prepared in an internal combustion engine's flueway, and the front-end catalyst which is prepared in an upstream flueway from the NOx catalyst, and has oxygen storage capacity, without reducing the purification capacity of an NOx catalyst.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The following means were used for this invention in order to solve the above-mentioned technical problem. Namely, the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention The internal combustion engine which enables combustion of the gaseous mixture of a hyperoxia condition, and the NOx catalyst which is prepared in said internal combustion engine's flueway, and purifies the nitrogen oxides under exhaust air under existence of a reducing agent, When it is necessary to purify nitrogen oxides with the front-end catalyst which is arranged for the upstream and has oxygen occlusion capacity from said NOx catalyst in said flueway, and said NOx catalyst A rich spike control activation means to reduce an exhaust air air-fuel ratio to the 1st rich air-fuel ratio lower than theoretical air fuel ratio, An air-fuel ratio fall control activation means to reduce an exhaust air air-fuel ratio to the 2nd rich air-fuel ratio lower than said 1st rich air-fuel ratio before activation of the rich spike control by said rich spike control activation means, It has the RIN spike control activation means which raises an exhaust air air-fuel ratio temporarily during the activation period of the rich spike control by said rich spike control activation means.

[0011] This internal combustion engine's exhaust emission control device is characterized [greatest] by raising an exhaust air air-fuel ratio temporarily during the activation period of rich spike control in the exhaust emission control device of the internal combustion engine by which air-fuel ratio fall control is performed so that the front-end catalyst which has oxygen storage capacity may be arranged for the upstream and may make the storage oxygen of a front-end catalyst consume from an NOx catalyst just before activation of rich spike control.

[0012] In this internal combustion engine's exhaust emission control device, when purifying nitrogen oxides (NOx) with an NOx catalyst, an air-fuel ratio fall control activation means reduces an exhaust air air-fuel ratio first to the 2nd rich air-fuel ratio still lower than the air-fuel ratio at the time of rich spike control activation (1st rich air-fuel ratio). At this time, the oxygen stored in the front-end catalyst is consumed immediately.

[0013] Then, a rich spike control activation means reduces an exhaust air air-fuel ratio to the 1st rich air-fuel ratio. At this time, since all the oxygen stored in the front-end catalyst is already consumed, oxygen is not emitted from a front-end catalyst, but the air-fuel ratio of the exhaust air discharged from a front-end catalyst comes to carry out abbreviation coincidence with the 1st rich air-fuel ratio. Consequently, exhaust air of the 1st rich air-fuel ratio will flow into an NOx catalyst, and purification of an NOx catalyst is suitably attained in nitrogen oxides (NOx).

[0014] On the other hand, a RIN spike control activation means makes the air-fuel ratio of exhaust air high temporarily during the activation period of rich spike control.

[0015] In this case, temporarily, since [that an air-fuel ratio is high] it exhausts, and in other words high exhaust air of an oxygen density flows, the oxygen storage capacity of a front-end catalyst comes to function on a front-end catalyst. Consequently, the oxidation capacity of a front-end catalyst will carry out activity, and a hydrocarbon (HC), a carbon monoxide (CO), etc. under exhaust air will be oxidized and purified by the front-end catalyst.

[0016] In addition, the RIN spike control by the RIN spike control activation means may be made to perform during the activation period of rich spike control once, or multiple-times activation may be made to be carried out for every predetermined time. Moreover, as for a RIN spike control activation means, it is desirable to raise the air-fuel ratio of exhaust air within limits to which the amount of oxygen contained during exhaust air does not exceed the oxygen storage capacity of a front-end

catalyst. This is because there is a possibility that the air-fuel ratio of the exhaust air with which the oxygen of the surplus which cannot store a front-end catalyst flows out of this front-end catalyst, and flows into an NOx catalyst may become high unnecessarily when the amount of oxygen under exhaust air exceeds the oxygen storage capacity of a front-end catalyst by activation of RIN spike control.

[0017] Next, the following means may be used for the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention in order to solve the technical problem mentioned above. Namely, the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention The internal combustion engine which enables combustion of the gaseous mixture of a hyperoxia condition, and the NOx catalyst which is arranged in said internal combustion engine's flueway, and purifies the nitrogen oxides under exhaust air under existence of a reducing agent, When making nitrogen oxides purify with the front-end catalyst which is arranged in an upstream flueway and has oxygen occlusion capacity from said NOx catalyst, and said NOx catalyst The rich spike control activation means which makes an exhaust air air-fuel ratio lower than theoretical air fuel ratio, When said internal combustion engine is operated with the air-fuel ratio below theoretical air fuel ratio after activation of the rich spike control by said rich spike control activation means When activation of rich spike control is completed, you may make it have the RIN spike control activation means which makes an exhaust air air-fuel ratio temporarily higher than theoretical air fuel ratio.

[0018] In the exhaust emission control device of the internal combustion engine with which the front-end catalyst which has oxygen storage capacity has been arranged for the upstream from the NOx catalyst, this internal combustion engine's exhaust emission control device is characterized [greatest] by making an exhaust air air-fuel ratio into the Lean air-fuel ratio temporarily, when activation of rich spike control is completed, an internal combustion engine is operated by theoretical air fuel ratio, and activation of rich spike control is completed.

[0019] In this internal combustion engine's exhaust emission control device, when an internal combustion engine is operated by theoretical air fuel ratio after a rich spike control activation means performs rich spike control, a RIN spike control activation means makes an exhaust air air-fuel ratio temporarily higher than theoretical air fuel ratio at the time of activation termination of rich spike control.

[0020] Although there is a possibility that the oxidation capacity of a front-end catalyst when the internal combustion engine is operated by theoretical air fuel ratio may decline since an opportunity to store oxygen in a front-end catalyst will be lost, if an internal combustion engine is operated by theoretical air fuel ratio here after rich spike control is performed In the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention Since an exhaust air air-fuel ratio is made higher than theoretical air fuel ratio when activation of rich spike control is completed, even if oxygen will be stored in a front-end catalyst at the time and an internal combustion engine is operated by theoretical air fuel ratio after that, the oxidation capacity of a front-end catalyst does not decline.

[0021] In addition, as for a RIN spike control activation means, it is desirable to raise the air-fuel ratio of exhaust air within limits to which the amount of oxygen contained during exhaust air does not exceed the oxygen storage capacity of a front-end catalyst. This is because there is a possibility that the air-fuel ratio of the exhaust air with which the oxygen of the surplus which cannot store a front-end catalyst flows out of this front-end catalyst, and flows into an NOx catalyst may become high unnecessarily when the amount of oxygen under exhaust air exceeds the oxygen storage capacity of a front-end catalyst by activation of RIN spike control.

[0022] Moreover, when the air-fuel ratio of inflow exhaust air is the Lean air-fuel ratio as an NOx catalyst in this invention, occlusion of the nitrogen oxides (NOx) under exhaust air is carried out. The occlusion reduction type NOx catalyst which returns to nitrogen (N₂), emitting the nitrogen oxides (NOx) which were carrying out occlusion when the air-fuel ratio of inflow exhaust air is below theoretical air fuel ratio, The selection reduction type NOx catalyst which returns or disassembles the nitrogen oxides (NOx) under exhaust air when the oxygen density of inflow exhaust air is high and a reducing agent exists can be illustrated.

[0023] Moreover, as the activation approach of the rich spike control in this invention, if it is the

internal combustion engine of the direct injection mold in a cylinder, the approach of making the fuel which an expansion line does not contribute to combustion from the fuel injection valve of the gas column like an exhaust air line injecting, the approach of attaching a fuel addition nozzle in an exhaust air port or a flueway, and adding a fuel during exhaust air, etc. can be illustrated.

[0024] Moreover, the approach of stopping the injection or the addition of the fuel from a fuel injection valve, a fuel addition nozzle, etc. which described above as an approach of performing RIN spike control during the activation period of rich spike control, the approach of adding the secondary air during exhaust air, etc. can illustrate, and the approach of supplying the secondary air during exhaust air etc. can illustrate as an approach of performing RIN spike control at the time of activation termination of rich spike control.

[0025]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the concrete embodiment of the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention is explained based on a drawing.

[0026] <the gestalt 1 of operation> -- the 1st operative condition of the exhaust emission control device of the internal combustion engine first applied to this invention -- it attaches like and explains based on drawing 1 - drawing 5.

[0027] Drawing 1 is drawing showing the outline configuration of the internal combustion engine which applies this invention, and its pumping system. The internal combustion engine 1 which shows drawing 1 is the injection type gasoline engine in a cylinder of the four cycle possessing the fuel injection valve 32 which injects a direct fuel in each gas column 21 while having two or more gas columns 21.

[0028] Said internal combustion engine 1 has cylinder block 1b in which two or more gas columns 21 and cooling water way 1c were formed, and cylinder head 1a fixed to the upper part of this cylinder block 1b.

[0029] It is supported free [rotation of the crankshaft 23 which is an engine output shaft] by said cylinder block 1b, and this crankshaft 23 is connected with it through the piston 22 and connecting rod with which it was loaded into each gas column 21, enabling free sliding.

[0030] The combustion chamber 24 surrounded by the top face of a piston 22 and the wall surface of cylinder head 1a is formed above said piston 22. An ignition plug 25 is attached in said cylinder head 1a so that a combustion chamber 24 may be attended, and ignitor 25a for impressing a drive current to this ignition plug 25 is connected to this ignition plug 25.

[0031] While being formed so that the opening edge of two suction ports 26 and the opening edge of two exhaust air ports 27 may face a combustion chamber 24, the fuel injection valve 32 is attached in said cylinder head 1a so that the nozzle hole may attend a combustion chamber 24.

[0032] The secondary air injection nozzle 53 is attached in said cylinder head 1a so that the nozzle hole may expect the exhaust air port 27. It connects with the air pump which is not illustrated and this secondary air injection nozzle 53 supplies the secondary air supplied from this air pump into said exhaust air port 27.

[0033] Each opening edge of said suction port 26 is opened and closed by the inlet valve 28 supported free [the attitude to cylinder head 1a], and the attitude drive of these inlet valves 28 is carried out by the intake side cam shaft 30 supported free [rotation] at cylinder head 1a.

[0034] Each opening edge of said exhaust air port 27 is opened and closed with the exhaust valve 29 supported free [the attitude to cylinder head 1a], and the attitude drive of these exhaust valves 29 is carried out by the exhaust side cam shaft 31 supported free [rotation] at cylinder head 1a.

[0035] Said intake side cam shaft 30 and said exhaust side cam shaft 31 are connected with the crankshaft 23 through the timing belt which is not illustrated.

[0036] One suction port 26 of the two suction ports 26 which are open for free passage in each gas column 21 It consists of straight ports which have the passage formed in the shape of a straight line toward the opening edge facing a combustion chamber 24 from the opening edge formed in the cylinder head 1a outer wall. The suction port 26 of another side It consists of helical ports which have the passage formed so that it might circle in a field perpendicular to the shaft orientations of a gas column 21 toward the opening edge of a combustion chamber 24 from the opening edge of a cylinder head 1a outer wall.

[0037] Each above mentioned suction port 26 is open for free passage with each branch pipe of the

inhalation-of-air branch pipe 33 attached in cylinder head 1a.

[0038] In said inhalation-of-air branch pipe 33, the swirl control valve 37 which adjusts the flow rate in the branch pipe is formed in the straight port of the two suction ports 26 corresponding to each gas column 21, and the branch pipe open for free passage.

[0039] It becomes said swirl control valve 37 from a stepper motor etc., and actuator 37a for SCV which carries out the closing motion drive of the swirl control valve 37 according to the magnitude of force current, and SCV position sensor 37b which outputs the electrical signal corresponding to the opening of the swirl control valve 37 are attached in it.

[0040] Said inhalation-of-air branch pipe 33 is connected to the surge tank 34, and the inlet pipe 35 is connected to the surge tank 34. The inlet pipe 35 is connected with the air cleaner 36 for removing dust, dust, etc. under inhalation of air.

[0041] The throttle valve 39 which adjusts the flow rate of new mind of flowing the inside of this inlet pipe 35 is formed in said inlet pipe 35. It becomes said throttle valve 39 from a stepper motor etc., and the actuator 40 for throttles which carries out the closing motion drive of this throttle valve 39 according to the magnitude of force current, and the throttle position sensor 41 which outputs the electrical signal corresponding to the opening of this throttle valve 39 are attached in it.

[0042] The accelerator lever (not shown) which is interlocked with an accelerator pedal 42 and rotated is put side by side in said throttle valve 39, and the accelerator position sensor 43 which outputs the electrical signal corresponding to the rotation location (the amount of treading in of an accelerator pedal 42) of an accelerator lever to this accelerator lever is attached in it.

[0043] The air flow meter 44 which outputs the electrical signal corresponding to the mass (inhalation air mass) of new mind of flowing the inside of an inlet pipe 35 to the upstream inlet pipe 35 is attached from said throttle valve 39.

[0044] On the other hand, each exhaust air port 27 of said internal combustion engine 1 is open for free passage with each branch pipe of the exhaust air branch pipe 45 attached in said cylinder head 1a. Said exhaust air branch pipe 45 is connected to the three way component catalyst 46 as a front-end catalyst concerning this invention.

[0045] The above mentioned three way component catalyst 46 consists of ceramic support which consists of cordierite formed in the shape of a grid so that it might have two or more through tubes along the flow direction of exhaust air, and a catalyst bed by which coating was carried out to the front face of ceramic support.

[0046] Said catalyst bed makes the front face of the alumina (aluminum $2O_3$) of the porosity which has much pores support the precious metal catalyst matter of a platinum-rhodium-alloy (Pt-Rh) system, and is formed in it.

[0047] Furthermore, in addition to the precious metal catalyst matter, metal components, such as a cerium (Ce), are supported by the catalyst bed of a three way component catalyst 46. In this case, when the air-fuel ratio of the exhaust air which flows into this three way component catalyst 46 is higher than theoretical air fuel ratio, a three way component catalyst 46 (namely, when an exhaust air air-fuel ratio is the Lean air-fuel ratio) Oxygen (O_2) is stored using combining with the oxygen (O_2) which a cerium is exhausting, and forming cerium oxide (Seria). When the air-fuel ratio of the exhaust air which flows into this three way component catalyst 46 is below theoretical air fuel ratio, (namely, when an exhaust air air-fuel ratio is theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio) It will have the so-called oxygen storage capacity (OSC) which emits oxygen (O_2) using cerium oxide being disassembled into oxygen (O_2) and a metal cerium (Ce).

[0048] If the air-fuel ratio of the exhaust air which carries out activity of the constituted three way component catalyst 46 at the time beyond predetermined activity temperature (for example, 300 degrees), and flows is in the predetermined range near the theoretical air fuel ratio (catalyst purification window) as described above At the same time it makes the hydrocarbon (HC) and carbon monoxide (CO) which are contained in exhaust air react with the oxygen under exhaust air (O_2) and oxidizes to water (H_2O) and a carbon dioxide (CO_2) It is made to react with a hydrocarbon (HC) while exhausting the nitrogen oxides (NO_x) under exhaust air, and a carbon monoxide (CO), and returns to water (H_2O), a carbon dioxide (CO_2), and nitrogen (N_2).

[0049] An exhaust pipe 47 is connected to the above mentioned three way component catalyst 46, and the exhaust pipe 47 is connected with the muffler which is not illustrated on a lower stream of a

river. In the middle of said exhaust pipe 47, the occlusion reduction type NOx catalyst 48 as an NOx catalyst concerning this invention is arranged.

[0050] Said occlusion reduction type NOx catalyst 48 consists of support arranged by turns so that the passage where the edge of the upstream was opened wide and the edge of the downstream was blockaded, and the edge of the upstream were blockaded, and the edge of the downstream was opened wide may make the shape of a honeycomb, and an NOx absorbent supported by the wall surface of each passage.

[0051] Said support consists of porous ceramics. What consists as said NOx absorbent of at least one chosen from alkali metal, such as a potassium (K), sodium (Na), a lithium (Li), or caesium (Cs), alkaline earths, such as barium (Ba) and calcium (calcium), and rare earth, such as a lanthanum (La) and an yttrium (Y), and noble metals, such as platinum (Pt), can be illustrated.

[0052] Thus, when the air-fuel ratio of the exhaust air with which the constituted occlusion reduction type NOx catalyst 48 flows into this occlusion reduction type NOx catalyst 48 is the Lean air-fuel ratio, the nitrogen oxides (NOx) under exhaust air are absorbed by the NOx absorbent, and when the oxygen density of exhaust air which flows into this occlusion reduction type NOx catalyst 48 falls, the nitrogen oxides (NOx) absorbed by the NOx absorbent are emitted. If the reducing agent exists in the occlusion reduction type NOx catalyst 48 in that case, the nitrogen oxides (NOx) emitted from said NOx absorbent will react with a reducing agent, and will be returned and purified by nitrogen (N₂).

[0053] 1st air-fuel ratio sensor 49a which outputs the electrical signal corresponding to the air-fuel ratio of the exhaust air which flows the inside of this exhaust air branch pipe 45, and the air-fuel ratio of the exhaust air which in other words flows into a three way component catalyst 46 to said exhaust air branch pipe 45 is attached. 2nd air-fuel ratio sensor 49b which outputs the electrical signal corresponding to the air-fuel ratio of the exhaust air which flows the inside of this exhaust pipe 47, and the air-fuel ratio of the exhaust air which in other words flows into the occlusion reduction type NOx catalyst 48 is attached in the upstream exhaust pipe 47 from said occlusion reduction type NOx catalyst 48.

[0054] moreover, the electromagnetism attached in timing rotor 51a and cylinder block 1b near the timing rotor 51a by which the internal combustion engine 1 was attached in the edge of a crankshaft 23 -- it has the coolant temperature sensor 52 attached in cylinder block 1b that the temperature of the crank position sensor 51 which consists of pickup 51b, and the cooling water which flows cooling water way 1c formed in the interior of an internal combustion engine 1 should be detected.

[0055] Thus, the electronic control unit (Electronic Control Unit:ECU and Following ECU are called) 20 for controlling this internal combustion engine's 1 operational status is put side by side in the constituted internal combustion engine 1.

[0056] The various sensors of SCV position sensor 37b, a throttle position sensor 41, the 43 air flow meter accelerator position sensor 44, 1st air-fuel ratio sensor 49a, 2nd air-fuel ratio sensor 49b, the crank position sensor 51, and coolant temperature sensor 52 grade are connected to said ECU20 through electric wiring, and the output signal of each sensor is inputted into said ECU20.

[0057] It is possible to connect ignitor 25a, a fuel injection valve 32, actuator 37for SCV a, the actuator 40 for throttles, and secondary air injection nozzle 53 grade through electric wiring, and for ECU20 to make the output-signal value of various sensors a parameter, and to control ignitor 25a, a fuel injection valve 32, actuator 37for SCV a, the actuator 40 for throttles, and the secondary air injection nozzle 53 at said ECU20.

[0058] Here, ECU20 is equipped with A/D converter (A/D) 207 connected to said input port 205 while it is equipped with CPU201, ROM202 and RAM203, the backup RAM 204 and input port 205, and the output port 206 which were mutually connected by the bidirectional bus 200, as shown in drawing 5.

[0059] Said input port 205 inputs the output signal of the sensor which outputs the signal of a digital signal format like the crank position sensor 51, and transmits those output signals to CPU201 or RAM203.

[0060] Said input port 205 inputs the output signal of the sensor which outputs the signal of an analog signal format like SCV position sensor 37b, a throttle position sensor 41, the 43 air flow meter accelerator position sensor 44, 1st air-fuel ratio sensor 49a, 2nd air-fuel ratio sensor 49b, and a

coolant temperature sensor 52 through A/D207, and transmits those output signals to CPU201 or RAM203.

[0061] Said output port 206 transmits the control signal outputted from said CPU201 to ignitor 25a, a fuel injection valve 32, actuator 37 for SCV a, the actuator 40 for throttles, or the secondary air injection nozzle 53.

[0062] In addition to known application programs, such as a throttle control routine for controlling the SCV control routine for controlling the ignition timing control routine for determining the fuel-injection-timing control routine for determining the fuel-oil-consumption control routine for determining fuel oil consumption, and fuel injection timing, and ignition timing, and the opening of the swirl control valve (SCV) 37, and the opening of a throttle valve 39, said ROM202 has memorized the rich spike control routine used as the summary of this invention.

[0063] In addition to the above mentioned application program, said ROM202 has memorized various kinds of control maps. having described above -- control -- a map -- for example, -- an internal combustion engine -- one -- operational status -- fuel oil consumption -- relation -- being shown -- fuel oil consumption -- control -- a map -- an internal combustion engine -- one -- operational status -- fuel injection timing -- relation -- being shown -- fuel injection timing -- control -- a map -- an internal combustion engine -- one -- operational status -- ignition timing -- relation -- being shown -- ignition timing -- control -- a map -- an internal combustion engine -- one -- operational status -- a swirl -- a control valve (SCV) -- 37 -- opening -- relation -- being shown -- SCV -- opening -- control -- a map -- an internal combustion engine -- one -- operational status -- a throttle valve -- 39 -- relation -- be shown -- a throttle -- opening -- control -- a map -- etc. etc. -- it is .

[0064] Said RAM203 memorizes the output signal of each sensor, the result of an operation of CPU201, etc. Said result of an operation is an engine rotational frequency computed based on the output signal of the crank position sensor 51. Various kinds of data memorized by said RAM203 are rewritten by the data of the newest whenever the crank position sensor 51 outputs a signal.

[0065] Said backup RAM 204 is the memory of the non-volatile to which after an internal combustion engine's 1 shutdown holds data.

[0066] Said CPU201 operates according to the application program memorized by said ROM202, and performs various control, such as fuel-injection control, ignition control, SCV control, throttle control, or rich spike control.

[0067] For example, CPU201 distinguishes an internal combustion engine's 1 load by making the output signal value of the crank position sensor 51, the accelerator position sensor 43, or air flow meter 44 grade into a parameter.

[0068] CPU201 switches stratification combustion operation by the high gaseous mixture of the Lean degree, homogeneity Lean combustion operation by the low gaseous mixture of the Lean degree, and homogeneity combustion operation by the gaseous mixture below theoretical air fuel ratio according to an internal combustion engine's 1 load by controlling actuator 37 for SCV a, the actuator 40 for throttles, a fuel injection valve 32, and an ignition plug 25.

[0069] Here, since the air-fuel ratio of the exhaust air discharged by the internal combustion engine 1 turns into the Lean air-fuel ratio when lean combustion operation of the internal combustion engine 1 is carried out, if it puts in another way when an internal combustion engine 1 is in stratification combustion operational status or homogeneity Lean combustion operational status, the nitrogen oxides (NOx) which a three way component catalyst 46 is exhausting cannot fully be purified. On the other hand, with the gestalt of this operation, since the occlusion reduction type NOx catalyst 48 is arranged on the lower stream of a river of a three way component catalyst 46, occlusion of the nitrogen oxides (NOx) which were not able to be purified with a three way component catalyst 46 is carried out to the occlusion reduction type NOx catalyst 48, and they are not emitted into atmospheric air.

[0070] By the way, since there is a limitation in the NOx occlusion capacity of the occlusion reduction type NOx catalyst 48, when lean combustion operation of an internal combustion engine 1 is continued for a long period of time, the NOx occlusion capacity of the occlusion reduction type NOx catalyst 48 will be saturated, and it will be emitted into atmospheric air, without removing the nitrogen oxides (NOx) under exhaust air with the occlusion reduction type NOx catalyst 48.

[0071] On the other hand, CPU201 performs rich spike control that the air-fuel ratio of exhaust air should be made a predetermined rich air-fuel ratio (the 1st rich air-fuel ratio is called hereafter) for every predetermined time, when lean combustion operation of the internal combustion engine 1 is carried out.

[0072] As the concrete activation approach of rich spike control Although the approach of attaching the fuel injection valve of dedication in exhaust air port and flueway of the approach and internal combustion engine 1 which make the fuel (subfuel) which is not contributed to a fuel injecting from the fuel injection valve 32 of the gas column 21 which exists like an exhaust air line as an expansion line, and making a fuel injecting from the fuel injection valve etc. can be illustrated With the gestalt of this operation, from the fuel injection valve 32 of the inner gas column 21, an exhaust air line mentions as an example the approach of making a subfuel injecting, and explains it.

[0073] In that case, CPU201 may be made to perform the so-called rich spike feedback control which controls the subfuel quantity injected from a fuel injection valve 32 so that the output-signal value of 1st air-fuel ratio sensor 49a may serve as the 1st desired rich air-fuel ratio.

[0074] If rich spike control is performed by such approach, the air-fuel ratio of the exhaust air discharged by the internal combustion engine 1 will come to repeat the Lean air-fuel ratio and the 1st rich air-fuel ratio by turns a short period. In this case, exhaust air of the Lean air-fuel ratio and exhaust air of the 1st rich air-fuel ratio will flow into the occlusion reduction type NOx catalyst 48 by turns a short period.

[0075] Consequently, in order that the occlusion reduction type NOx catalyst 48 may repeat the occlusion of nitrogen oxides (NOx), and emission and reduction by turns, even if it is the case where lean combustion operation of an internal combustion engine 1 is continued for a long period of time, the NOx occlusion capacity of the occlusion reduction type NOx catalyst 48 is not saturated.

[0076] Moreover, from the occlusion reduction type NOx catalyst 48, since the three way component catalyst 46 which has the oxygen storage force is arranged, when an exhaust air air-fuel ratio is made the 1st rich air-fuel ratio by activation of rich spike control, the oxygen stored in the three way component catalyst 46 will be emitted to an upstream flueway from this three way component catalyst 46.

[0077] If storage oxygen is emitted from a three way component catalyst 46 as described above, the air-fuel ratio of the exhaust air which flowed out of the three way component catalyst 46, and the air-fuel ratio of the exhaust air which in other words flows into the occlusion reduction type NOx catalyst 48 will turn into an air-fuel ratio higher than said 1st rich air-fuel ratio. For this reason, the occlusion reduction type NOx catalyst 48 has a possibility that it may become impossible to return and purify all the stored nitrogen oxides (NOx).

[0078] Then, CPU201 performs air-fuel ratio fall control to which the air-fuel ratio of exhaust air is reduced to the 2nd rich air-fuel ratio lower than said 1st rich air-fuel ratio just before performing rich spike control. The approach same as the activation approach of this air-fuel ratio fall control as the rich spike control mentioned above can be illustrated. However, subfuel quantity injected from a fuel injection valve 32 in that case is made [more] than the subfuel quantity at the time of rich spike control activation.

[0079] If air-fuel ratio fall control which was described above is performed just before activation of rich spike control, exhaust air of the 2nd rich air-fuel ratio will flow into a three way component catalyst 46. Since it is set up lower in that case than the 1st rich air-fuel ratio which the 2nd rich air-fuel ratio requires for the usual rich spike control, all the oxygen stored in the three way component catalyst 46 is emitted promptly.

[0080] When rich spike control is performed following air-fuel ratio fall control, exhaust air of the 1st RITCHISU air-fuel ratio will flow into a three way component catalyst 46. At the time, since oxygen is not stored in a three way component catalyst 46, the air-fuel ratio of the exhaust air which flows out of a three way component catalyst 46 carries out abbreviation coincidence with the 1st rich air-fuel ratio.

[0081] Consequently, for the occlusion reduction type NOx catalyst 48, exhaust air of the 1st rich air-fuel ratio will flow, and the nitrogen oxides (NOx) by which occlusion was carried out to the occlusion reduction type NOx catalyst 48 come to be suitably returned and purified.

[0082] On the other hand, if air-fuel ratio fall control and rich spike control which were described

above are performed continuously, since the oxygen storage capacity of a three way component catalyst 46 does not function in the period of the activation initiation point in time of air-fuel ratio fall control to the activation termination time of rich spike control, the oxidation capacity of the hydrocarbon (HC) by the three way component catalyst 46 and a carbon monoxide (CO) may decline, and exhaust-air emission may get worse.

[0083] On the other hand, CPU201 performs RIN spike control which raises the air-fuel ratio of exhaust air temporarily during the activation period of rich spike control.

[0084] The method of decreasing temporarily the quantity of the subfuel quantity injected from a fuel injection valve 32 at the time of rich spike control activation as the activation approach of RIN spike control or the method of making the secondary air inject temporarily from the secondary air injection nozzle 53 during rich spike control activation can be illustrated.

[0085] CPU201 makes the secondary air specifically inject from the secondary air injection nozzle 53 for every predetermined time, as shown in drawing 3 and drawing 4 during the activation period of rich spike control.

[0086] In that case, the target core air-fuel ratio of rich spike feedback control may be made to be set as theoretical air fuel ratio, as you may make it set up lower [it is higher than the 1st rich air-fuel ratio, and] than theoretical air fuel ratio as shown in drawing 3 or it is shown in drawing 4 . However, as for the amount of the secondary air injected at once from the secondary air injection nozzle 53, it is desirable to be set up so that the amount of oxygen contained in the exhaust air after secondary air supply may not exceed the oxygen storage capacity of a three way component catalyst 46. This is because there is a possibility that the air-fuel ratio of the exhaust air with which the oxygen which cannot be stored with a three way component catalyst 46 flows out of this three way component catalyst 46, and flows into the occlusion reduction type NOx catalyst 48 may become higher than the 1st desired rich air-fuel ratio when the amount of oxygen contained in the exhaust air after secondary air supply exceeds the oxygen storage capacity of a three way component catalyst 46.

[0087] If such RIN spike control is performed during the activation period of rich spike control, since exhaust air of a hyperoxia condition will flow into a three way component catalyst 46, a three way component catalyst 46 becomes possible [storing oxygen]. Consequently, the oxidation capacity of a three way component catalyst 46 carries out activity, and becomes possible [oxidizing and purifying suitably the hydrocarbon (HC) and carbon monoxide (CO) under exhaust air].

[0088] Hereafter, the rich spike control in the gestalt of this operation is explained concretely. As for CPU201, rich spike control is performed with a predetermined period under the situation that lean combustion operation of the internal combustion engine 1 is carried out. CPU201 will perform rich spike control according to a rich spike control routine as shown in drawing 5 in that case.

[0089] The above mentioned rich spike control routine is a routine beforehand memorized by ROM202, and is a routine repeatedly performed for every (for example, whenever [to which the crank position sensor 51 outputs a pulse signal]) predetermined time by CPU201.

[0090] In the rich spike control routine shown in drawing 5 , CPU201 distinguishes whether in S501, lean combustion operation of the internal combustion engine 1 is carried out first, and whether an internal combustion engine 1 is specifically stratification-combustion-operated or homogeneity Lean combustion operated.

[0091] When were judged with lean combustion operation of the internal combustion engine 1 not being carried out in said S501, putting in another way and an internal combustion engine 1 is judged as homogeneity combustion operation being carried out by the gaseous mixture below theoretical air fuel ratio, CPU201 considers that it is not necessary to perform rich spike control, and ends activation of this routine.

[0092] On the other hand, when judged with lean combustion operation of the internal combustion engine 1 being carried out in said S501, CPU201 progresses to S502 and distinguishes whether the rich spike control execution condition is satisfied.

[0093] as the above-mentioned rich spike control execution condition, the elapsed time from the time of the last rich spike control activation which has the occlusion reduction type NOx catalyst 48 in an active state is beyond predetermined time, for example -- etc. -- conditions can be illustrated.

[0094] When judged with a rich spike control execution condition which was described above being

satisfied, CPU201 progresses to S503, and it performs air-fuel ratio fall control in order to reduce it to the 2nd rich air-fuel ratio which described above the air-fuel ratio of exhaust air. CPU201 makes a subfuel specifically inject from the fuel injection valve 32 of the inner gas column 21 like an exhaust air line.

[0095] In S504, CPU201 starts an air-fuel ratio fall sequence control counter. This air-fuel ratio fall sequence control counter is a counter which clocks the elapsed time from the activation initiation point in time of air-fuel ratio fall control, for example, consists of registers built in CPU201.

[0096] In S505, CPU201 distinguishes whether the value of an air-fuel ratio fall sequence control counter is more than air-fuel ratio fall control execution-time:T1 predetermined. Said air-fuel-ratio fall control execution time: T1 is time amount taken for a three way component catalyst 46 to emit all the storage oxygen to the bottom of the conditions on which exhaust air of the 2nd rich air-fuel ratio is flowing into the three way component catalyst 46.

[0097] When judged with the value of an air-fuel ratio fall sequence control counter being less than [said / air-fuel ratio fall control execution-time:T1] in said S505, CPU201 considers that the three way component catalyst 46 is not yet emitting all the storage oxygen, and continues activation of air-fuel ratio fall control.

[0098] On the other hand, when judged with the value of an air-fuel ratio fall sequence control counter being more than said air-fuel ratio fall control execution-time:T1 in said S505, CPU201 considers that the three way component catalyst 46 already emitted all the storage oxygen, and progresses to S506.

[0099] In S506, CPU201 shifts control to rich spike control from air-fuel ratio fall control. Specifically, CPU201 decreases the quantity of the injection quantity of a subfuel so that it may raise the air-fuel ratio of exhaust air from the 2nd rich air-fuel ratio to the 1st rich air-fuel ratio.

[0100] In S507, CPU201 starts a rich spike sequence control counter and a RIN spike sequence control counter. Said rich spike sequence control counter is a counter which clocks the elapsed time from the activation initiation point in time of rich spike control. On the other hand, although said RIN spike sequence control counter is a counter which clocks the elapsed time from the time of activation of the last RIN spike control being completed, when started for the first time after activation initiation of rich spike control, it clocks the elapsed time from the activation initiation point in time of rich spike control.

[0101] In S508, CPU201 distinguishes whether the value of a RIN spike sequence control counter is more than RIN spike control activation spacing:T2 predetermined.

[0102] When judged with the value of a RIN spike sequence control counter being less than [said / RIN spike control activation spacing:T2] in said S508, as for CPU201, processing after said S508 is performed again.

[0103] On the other hand, when judged with the value of a RIN spike sequence control counter being more than said RIN spike control activation spacing:T2 in said S508, CPU201 progresses to S509 and performs RIN spike control. CPU201 makes the secondary air of the specified quantity specifically inject from the secondary air injection nozzle 53. In this case, since the air-fuel ratio of the exhaust air discharged by the internal combustion engine 1 increases temporarily, the oxygen contained during exhaust air is stored in a three way component catalyst 46, or the hydrocarbon (HC) and carbon monoxide (CO) under exhaust air are oxidized in a three way component catalyst 46.

[0104] If it finishes performing RIN spike control which was described above, CPU201 will progress to S510 and will reboot a RIN spike sequence control counter. In this case, a RIN spike sequence control counter will clock the elapsed time from the activation termination point in time of RIN spike control.

[0105] In S511, CPU201 distinguishes whether the value of a rich spike sequence control counter reached more than predetermined rich spike control execution-time:T3.

[0106] When judged with the value of a rich spike sequence control counter being said under rich spike control execution-time:T3 in said S511, CPU201 repeats the processing after S508 mentioned above, and is performed. in this case -- while activation of rich spike control is continued -- RIN spike control -- said RIN spike control activation spacing: -- it will perform repeatedly every T2.

[0107] On the other hand, when judged with the value of a rich spike sequence control counter being said more than rich spike control execution-time:T3 in said S511, CPU201 progresses to S512 and

ends activation of rich spike control. That is, CPU201 stops injection of the subfuel from a fuel injection valve 32.

[0108] In S513, CPU201 resets all the values of the air-fuel ratio fall sequence control counter mentioned above, a rich spike sequence control counter, and a RIN spike sequence control counter.

[0109] Thus, when CPU201 performs a rich spike control routine, as explanation of drawing 3 and drawing 4 which were mentioned above described, the air-fuel ratio of exhaust air will be raised every predetermined time during the activation period of rich spike control.

[0110] Consequently, it becomes possible to operate the oxygen storage capacity of a three way component catalyst 46 during the activation period of rich spike control, and it becomes possible to carry out activity of the oxidation capacity of a three way component catalyst 46, and to oxidize and purify suitably the hydrocarbon (HC) and carbon monoxide (CO) under exhaust air.

[0111] Furthermore, since the amount of the secondary air supplied by one RIN spike control during exhaust air is set up so that the amount of oxygen contained in the exhaust air after secondary air supply may not exceed the oxygen storage capacity of a three way component catalyst 46, the air-fuel ratio of the exhaust air which flows into the occlusion reduction type NOx catalyst 48 does not become high unnecessarily, and the rate of purification of the nitrogen oxides (NOx) in the occlusion reduction type NOx catalyst 48 does not fall unnecessarily.

[0112] Therefore, according to the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning the gestalt of this operation, in a rich spike control activation period, it becomes possible to raise the rate of purification of a hydrocarbon (HC) and a carbon monoxide (CO), without reducing the rate of purification of nitrogen oxides (NOx).

[0113] The <gestalt 2 of operation>, next the 2nd embodiment of the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention are explained based on drawing 6 - drawing 7. Here, a different configuration from the gestalt of the 1st operation mentioned above is explained, and explanation is omitted about the same configuration.

[0114] The difference with the gestalt of the 1st operation is to the point of performing, about RIN spike control to the gestalt of the 1st operation performing [mentioned / with the gestalt of this operation / above / which mentioned above] RIN spike control during the activation period of rich spike control, when an internal combustion engine 1 is operated by the gaseous mixture of theoretical air fuel ratio after activation termination of rich spike control with the gestalt of this operation and activation of rich spike control ends.

[0115] If an internal combustion engine 1 is immediately operated by the gaseous mixture of theoretical air fuel ratio after activation of exhaust air air-fuel ratio fall control and rich spike control, here In the period of the activation initiation point in time of the exhaust air air-fuel ratio fall control (which calls it SUTOIKI operation hereafter that an internal combustion engine 1 is operated by the gaseous mixture of theoretical air fuel ratio) to the termination time of SUTOIKI operation of an internal combustion engine 1 The oxygen storage capacity of a three way component catalyst 46 does not function, but there is a possibility that the rate of purification of a hydrocarbon (HC) and a carbon monoxide (CO) at the time of SUTOIKI operation may fall.

[0116] Then, in the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning the gestalt of this operation, as shown in drawing 6, when SUTOIKI operation of the internal combustion engine 1 was carried out after the completion of activation of rich spike control, and activation of rich spike control was completed, RIN spike control was made to perform.

[0117] As the concrete activation approach of RIN spike control, the approach of making the secondary air inject from the secondary air injection nozzle 53 like the gestalt of the 1st operation which mentioned above can be illustrated.

[0118] The amount of secondary airs injected from the secondary air injection nozzle 53 is set up so that the amount of oxygen contained in the exhaust air after secondary air supply may not exceed the oxygen storage capacity of a three way component catalyst 46, and it is made for the amount of oxygen preferably contained in the exhaust air after secondary air supply to become below oxygen storage capacity and more than one half of oxygen storage capacity in that case.

[0119] This is because there is a possibility that it may set at the time of SUTOIKI operation, and it may become impossible to be unable to oxidize a hydrocarbon (HC), a carbon monoxide (CO), etc. which a three way component catalyst 46 is exhausting, and to fully purify them when the amount of

oxygen contained in the exhaust air after secondary air supply decreases superfluously.

[0120] Thus, since a three way component catalyst 46 can store sufficient quantity of oxygen before SUTOIKI operation of the internal combustion engine 1 is carried out if RIN spike control is performed when SUTOIKI operation of the internal combustion engine 1 is carried out after the completion of activation of rich spike control and activation of rich spike control is completed, it becomes that it is possible in raising the rate of purification of a hydrocarbon (HC) and a carbon monoxide (CO) at the time of SUTOIKI operation.

[0121] Hereafter, the rich spike control in the gestalt of this operation is explained concretely. In performing rich spike control, CPU201 performs a rich spike control routine as shown in drawing 7. This rich spike control routine is a routine beforehand memorized by ROM202, and is a routine repeatedly performed for every (for example, whenever [to which the crank position sensor 51 outputs a pulse signal]) predetermined time by CPU201.

[0122] In the rich spike control routine shown in drawing 7, CPU201 distinguishes whether in S701, lean combustion operation of the internal combustion engine 1 is carried out first.

[0123] When judged with lean combustion operation of the internal combustion engine 1 not being carried out in said S701, CPU201 considers that it is not necessary to perform rich spike control, and ends activation of this routine.

[0124] On the other hand, when judged with lean combustion operation of the internal combustion engine 1 being carried out in said S701, CPU201 progresses to S702 and distinguishes whether the rich spike control execution condition is satisfied.

[0125] When judged with the rich spike control execution condition being satisfied in said S702, CPU201 progresses to S703, and it performs air-fuel ratio fall control in order to reduce it to the 2nd rich air-fuel ratio which described above the air-fuel ratio of exhaust air.

[0126] In S704, CPU201 starts an air-fuel ratio fall sequence control counter.

[0127] In S705, CPU201 distinguishes whether the value of an air-fuel ratio fall sequence control counter is more than air-fuel ratio fall control execution-time:T1 predetermined.

[0128] When judged with the value of an air-fuel ratio fall sequence control counter being less than [said / air-fuel ratio fall control execution-time:T1] in said S705, CPU201 considers that the three way component catalyst 46 is not yet emitting all the storage oxygen, and continues activation of air-fuel ratio fall control.

[0129] On the other hand, when judged with the value of an air-fuel ratio fall sequence control counter being more than said air-fuel ratio fall control execution-time:T1 in said S705, CPU201 considers that the three way component catalyst 46 already emitted all the storage oxygen, and progresses to S706.

[0130] In S706, CPU201 shifts control to rich spike control from air-fuel ratio fall control.

[0131] In S707, CPU201 starts a rich spike sequence control counter.

[0132] In S708, CPU201 distinguishes whether the value of a rich spike sequence control counter reached more than predetermined rich spike control execution-time:T3.

[0133] When judged with the value of a rich spike sequence control counter being said under rich spike control execution-time:T3 in said S708, CPU201 continues activation of rich spike control until the value of a rich spike sequence control counter becomes said more than rich spike control execution-time:T3.

[0134] When judged with the value of a rich spike sequence control counter being said more than rich spike control execution-time:T3 in said S708, CPU201 progresses to S709 and ends activation of rich spike control. That is, CPU201 stops injection of the subfuel from a fuel injection valve 32.

[0135] In S710, CPU201 resets all the values of the air-fuel ratio fall sequence control counter mentioned above and a rich spike sequence control counter.

[0136] In S711, CPU201 distinguishes whether an internal combustion engine's 1 SUTOIKI service condition is satisfied. as conditions which carry out SUTOIKI operation of the internal combustion engine 1, the engine rotational frequency whose output signal value (accelerator opening) of the accelerator position sensor 43 is more than predetermined opening and whose output signal value (inhalation air content) of an air flow meter 44 is more than the specified quantity is more than a predetermined rotational frequency, for example -- etc. -- conditions can be illustrated.

[0137] When judged with an internal combustion engine's 1 SUTOIKI service condition not being

satisfied in said S711, CPU201 ends activation of this routine.

[0138] On the other hand, when judged with an internal combustion engine's 1 SUTOIKI service condition being satisfied in said S711, CPU201 progresses to S712 and performs RIN spike control. CPU201 makes the secondary air of the specified quantity specifically inject from the secondary air injection nozzle 53. In this case, since the air-fuel ratio of the exhaust air discharged by the internal combustion engine 1 increases temporarily, the oxygen contained during exhaust air will be stored in a three way component catalyst 46, and the oxidation capacity of a three way component catalyst 46 carries out activity.

[0139] If SUTOIKI operation of the internal combustion engine 1 is carried out after such RIN spike control is performed, the hydrocarbon (HC) and carbon monoxide (CO) which are contained during exhaust air will come to be suitably oxidized and purified by the three way component catalyst 46.

[0140] Therefore, it becomes possible to raise the rate of HC purification and the rate of CO purification at the time of SUTOIKI operation, without according to the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning the gestalt of this operation, reducing the rate of NOx purification at the time of rich spike control activation, when SUTOIKI operation of the internal combustion engine 1 is carried out after activation of rich spike control.

[0141]

[Effect of the Invention] According to this invention, it becomes possible to raise the purification capacity of a front-end catalyst, without the front-end catalyst which has oxygen storage capacity reducing the purification capacity of an NOx catalyst in the exhaust emission control device of the internal combustion engine stationed for the upstream of an NOx catalyst.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing showing an internal combustion engine's outline configuration in the gestalt of the 1st operation

[Drawing 2] The block diagram showing the internal configuration of ECU

[Drawing 3] Drawing showing the condition of the exhaust air air-fuel ratio at the time of rich spike control activation (1)

[Drawing 4] Drawing showing the condition of the exhaust air air-fuel ratio at the time of rich spike control activation (2)

[Drawing 5] Drawing showing the rich spike control routine in the gestalt of the 1st operation

[Drawing 6] Drawing showing the condition of the exhaust air air-fuel ratio at the time of rich spike control activation (3)

[Drawing 7] Drawing showing the rich spike control routine in the gestalt of the 2nd operation

[Description of Notations]

1 Internal combustion engine

20 ... ECU

21 ... Gas column

32 ... Fuel injection valve

46 ... Three way component catalyst

47 ... Exhaust pipe

48 ... Occlusion reduction type NOx catalyst

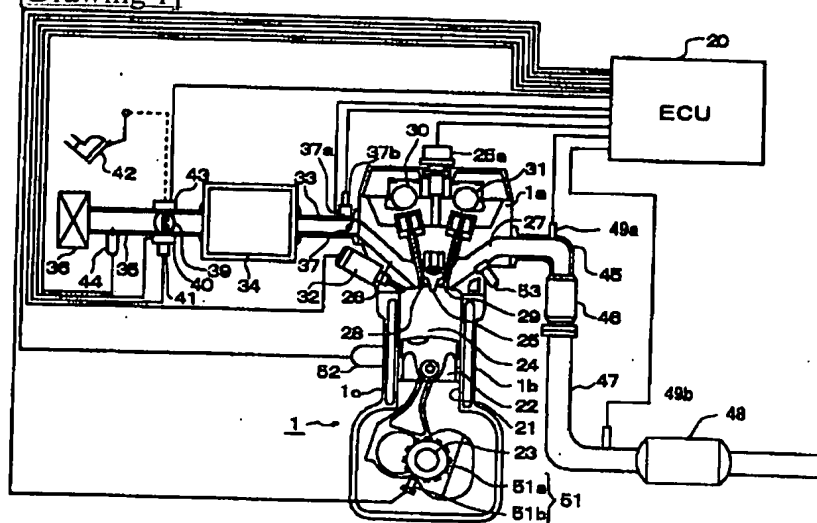
53 ... Secondary air injection nozzle

[Translation done.]

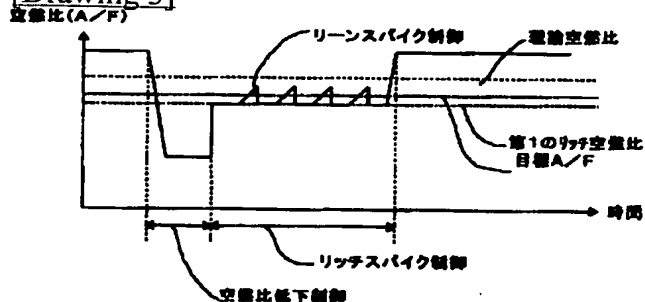
JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

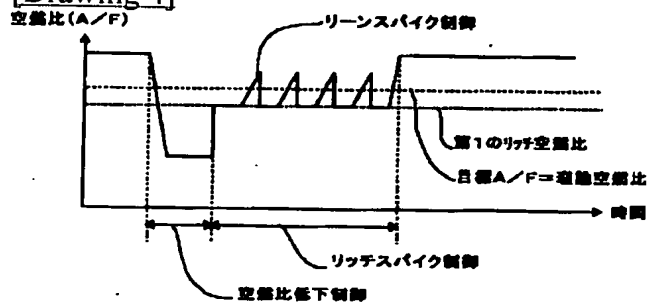
[Drawing 1]



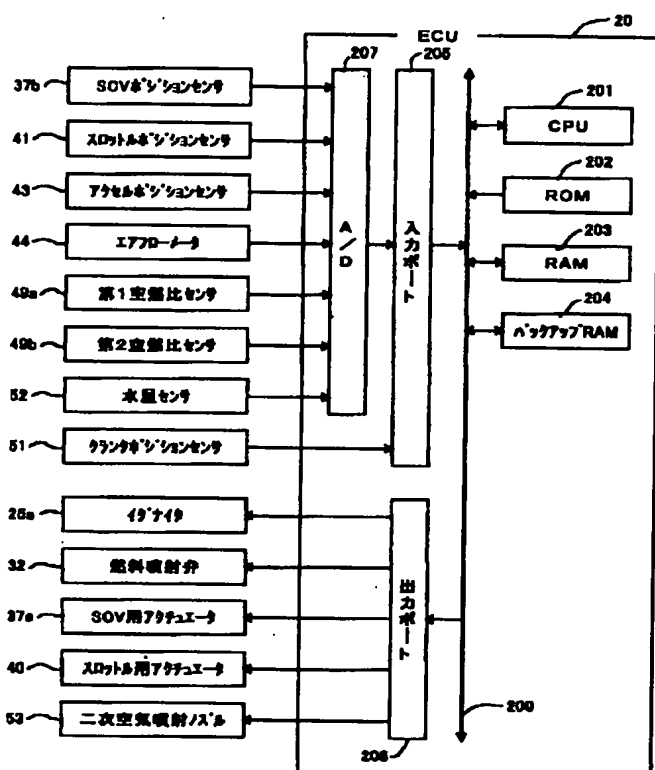
[Drawing 3]



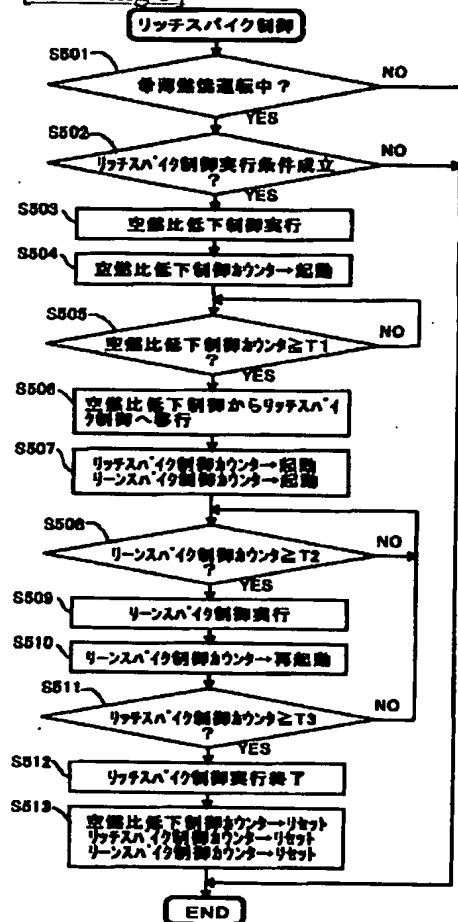
[Drawing 4]



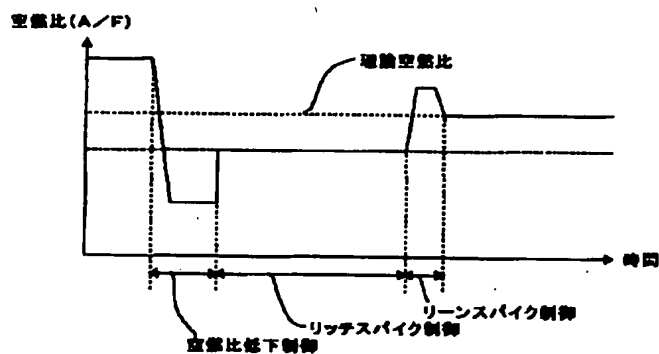
[Drawing 2]



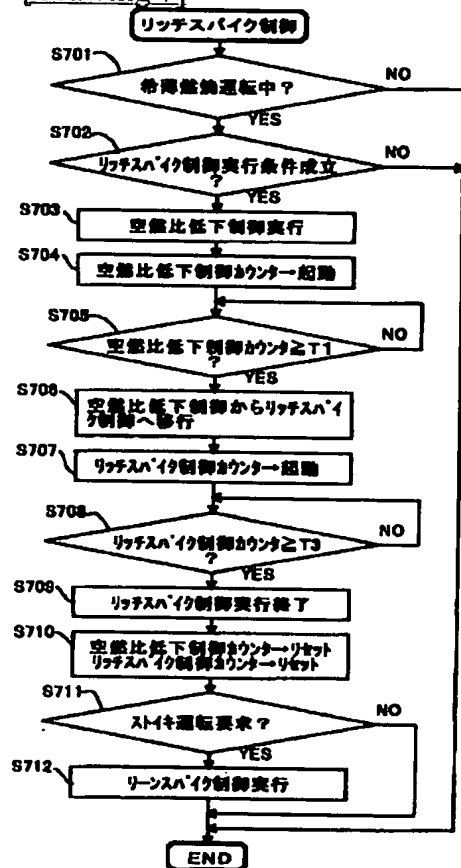
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-49681
(P2003-49681A)

(43) 公開日 平成15年2月21日 (2003.2.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
F 0 2 D 41/04	3 0 5	F 0 2 D 41/04	3 0 5 A 3 G 0 8 4
B 0 1 D 53/94		F 0 1 N 3/08	A 3 G 0 9 1
F 0 1 N 3/08			G 3 G 3 0 1
		3/20	E 4 D 0 4 8
3/20		3/28	3 0 1 E
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-239617(P2001-239617)

(22) 出願日 平成13年8月7日 (2001.8.7)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 宮下 茂樹

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100089244

弁理士 遠山 勉 (外3名)

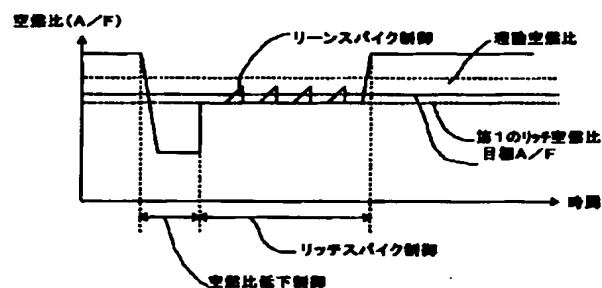
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、酸素貯蔵能力を有する前置触媒がNOx触媒の上流に配置された内燃機関の排気浄化装置において、NOx触媒の浄化能力を低下させることなく前置触媒の浄化能力を向上させることを課題とする。

【解決手段】 本発明は、酸素貯蔵能力を有する前置触媒46がNOx触媒48より上流に配置され、リッチスパイク制御の実行直前に前置触媒46の貯蔵酸素を消費させるべく空燃比低下制御が実行される内燃機関の排気浄化装置において、リッチスパイク制御の実行期間中に一時的に排気空燃比を高めるリーンスパイク制御を実行することを特徴としている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸素過剰状態の混合気を燃焼可能とする内燃機関と、

前記内燃機関の排気通路に設けられ、還元剤の存在下で排気中の窒素酸化物を浄化するNOx触媒と、

前記排気通路における前記NOx触媒より上流に配置され、酸素吸蔵能力を有する前置触媒と、

前記NOx触媒にて窒素酸化物を浄化する必要があるときに、排気空燃比を理論空燃比より低い第1のリッチ空燃比まで低下させるリッチスパイク制御実行手段と、

前記リッチスパイク制御実行手段によるリッチスパイク制御の実行前に、排気空燃比を前記第1のリッチ空燃比より低い第2のリッチ空燃比まで低下させる空燃比低下制御実行手段と、

前記リッチスパイク制御実行手段によるリッチスパイク制御の実行期間中に一時的に排気空燃比を高めるリーンスパイク制御実行手段と、を備えることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記リーンスパイク制御実行手段は、リッチスパイク制御の実行期間中において、所定時間毎に排気空燃比を高めることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】 酸素過剰状態の混合気を燃焼可能とする内燃機関と、

前記内燃機関の排気通路に配置され、還元剤の存在下で排気中の窒素酸化物を浄化するNOx触媒と、

前記NOx触媒より上流の排気通路に配置され、酸素吸蔵能力を有する前置触媒と、

前記NOx触媒にて窒素酸化物を浄化させるときに、排気空燃比を理論空燃比より低くするリッチスパイク制御実行手段と、

前記リッチスパイク制御実行手段によるリッチスパイク制御の実行後に前記内燃機関が理論空燃比で運転される場合は、リッチスパイク制御の実行が終了した時点で排気空燃比を一時的に理論空燃比より高くするリーンスパイク制御実行手段と、を備えることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項4】 前記リーンスパイク制御実行手段は、排気中に含まれる酸素量が前記前置触媒の酸素貯蔵能力を超えない範囲内で排気空燃比を高めることを特徴とする請求項1又は請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】内燃機関の排気浄化装置に関し、特に、内燃機関の排気系にNOx触媒が設けられるとともにNOx触媒の上流に酸素吸蔵能力を有する前置触媒が配置された内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車に搭載される内燃機関では、燃料

消費量の低減を図るべく理論空燃比より高い空燃比の混合気（酸素過剰状態の混合気）を燃焼可能な希薄燃焼式内燃機関の開発が進められている。これに対応して、希薄燃焼式内燃機関から排出される窒素酸化物（NOx）を効率的に浄化する技術、及び、希薄燃焼式内燃機関の始動時およびまたは始動直後における排気エミッションを向上させる技術が要求されている。

【0003】このような要求に対し、従来では希薄燃焼式内燃機関の排気通路にNOx触媒を配置するとともに、そのNOx触媒より上流の排気通路にNOx触媒より熱容量が小さい前置触媒を配置する技術が提案されている。

【0004】上記したような技術としては、例えば、特開2000-27677号公報に記載されたような希薄燃焼式内燃機関の排気浄化装置が知られている。

【0005】前記公報に記載された希薄燃焼式内燃機関の排気浄化装置は、希薄燃焼式内燃機関の排気通路に吸蔵還元型NOx触媒が配置されるとともに、その吸蔵還元型NOx触媒より上流の排気通路に酸素貯蔵能力を有する三元触媒が配置された排気浄化装置において、リッチスパイク操作開始直後の所定期間に排気空燃比をリッチスパイク操作時の空燃比より低くする構成されている。

【0006】このように構成された希薄燃焼式内燃機関の排気浄化装置は、リッチスパイク操作が実質的に開始される直前に排気空燃比をリッチスパイク操作時より低くすることにより、三元触媒に貯蔵されている酸素の全てを直ちに放出させ、以て吸蔵還元型NOx触媒に流入する排気空燃比をリーン空燃比から所望のリッチスパイク空燃比又は理論空燃比へ遅滞なく切り換えようとするものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記したような従来の技術は、吸蔵還元型NOx触媒に流入する排気空燃比をリーン空燃比から所定のリッチ空燃比又は理論空燃比へ切り換える際に三元触媒の全ての貯蔵酸素を放出させるため、リッチスパイク操作中における三元触媒の酸化能力が低下してしまい、炭化水素（HC）や一酸化炭素（CO）の浄化率が低下する虞がある。

【0008】更に、リッチスパイク操作の終了後に内燃機関が理論空燃比で運転されると、三元触媒に酸素を貯蔵する機会がなくなるため、排気中の炭化水素（HC）や一酸化炭素（CO）を十分に酸化及び浄化することが困難となる虞がある。

【0009】本発明は、上記したような種々の問題点を鑑みてなされたものであり、内燃機関の排気通路に設けられたNOx触媒と、そのNOx触媒より上流の排気通路に設けられ酸素貯蔵能力を有する前置触媒とを備えた内燃機関の排気浄化装置において、NOx触媒の浄化能力を低下させることなく前置触媒の浄化能力を向上させる

ことが可能な技術を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の課題を解決するために以下のような手段を採用した。すなわち、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置は、酸素過剰状態の混合気を燃焼可能とする内燃機関と、前記内燃機関の排気通路に設けられ、還元剤の存在下で排気中の窒素酸化物を浄化する NO_x 触媒と、前記排気通路における前記 NO_x 触媒より上流に配置され、酸素吸蔵能力を有する前置触媒と、前記 NO_x 触媒にて窒素酸化物を浄化する必要があるときに、排気空燃比を理論空燃比より低い第1のリッチ空燃比まで低下させるリッチスパイク制御実行手段と、前記リッチスパイク制御実行手段によるリッチスパイク制御の実行前に、排気空燃比を前記第1のリッチ空燃比より低い第2のリッチ空燃比まで低下させる空燃比低下制御実行手段と、前記リッチスパイク制御実行手段によるリッチスパイク制御の実行期間中に一時的に排気空燃比を高めるリーンスパイク制御実行手段と、を備えている。

【0011】この内燃機関の排気浄化装置は、酸素貯蔵能力を有する前置触媒が NO_x 触媒より上流に配置され、リッチスパイク制御の実行直前に前置触媒の貯蔵酸素を消費させるべく空燃比低下制御が実行される内燃機関の排気浄化装置において、リッチスパイク制御の実行期間中に一時的に排気空燃比を高めることを最大の特徴としている。

【0012】かかる内燃機関の排気浄化装置では、 NO_x 触媒にて窒素酸化物(NO_x)を浄化するとき、先ず空燃比低下制御実行手段が排気空燃比をリッチスパイク制御実行時の空燃比(第1のリッチ空燃比)より更に低い第2のリッチ空燃比まで低下させる。このとき、前置触媒に貯蔵されている酸素が直ちに消費される。

【0013】続いて、リッチスパイク制御実行手段が排気空燃比を第1のリッチ空燃比まで低下させる。この時点では、前置触媒に貯蔵されていた酸素の全てが既に消費されているため、前置触媒から酸素が放出されず、前置触媒から排出される排気空燃比が第1のリッチ空燃比と略一致するようになる。この結果、第1のリッチ空燃比の排気が NO_x 触媒に流入することになり、 NO_x 触媒は窒素酸化物(NO_x)を好適に浄化可能となる。

【0014】一方、リーンスパイク制御実行手段は、リッチスパイク制御の実行期間中において、排気空燃比を一時的に高くする。

【0015】この場合、前置触媒には一時的に空燃比の高い排気、言い換えれば酸素濃度の高い排気が流入するため、前置触媒の酸素貯蔵能力が機能するようになる。その結果、前置触媒の酸化能力が活性し、排気中の炭化水素(HC)や一酸化炭素(CO)などが前置触媒によって酸化及び浄化されることになる。

【0016】尚、リーンスパイク制御実行手段によるリ

ーンスパイク制御は、リッチスパイク制御の実行期間中に一回のみ実行されるようにしてもよく、若しくは所定時間毎に複数回実行されるようにしてもよい。また、リーンスパイク制御実行手段は、排気中に含まれる酸素量が前置触媒の酸素貯蔵能力を越えない範囲内で排気空燃比を高めるようにすることが好ましい。これは、リーンスパイク制御の実行により排気中の酸素量が前置触媒の酸素貯蔵能力を超えると、前置触媒が貯蔵しきれない余剰の酸素が該前置触媒から流出してしまい、 NO_x 触媒に流入する排気空燃比が不要に高くなる虞があるからである。

【0017】次に、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置は、前述した課題を解決するために以下のような手段を採用してもよい。すなわち、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置は、酸素過剰状態の混合気を燃焼可能とする内燃機関と、前記内燃機関の排気通路に配置され、還元剤の存在下で排気中の窒素酸化物を浄化する NO_x 触媒と、前記 NO_x 触媒より上流の排気通路に配置され、酸素吸蔵能力を有する前置触媒と、前記 NO_x 触媒にて窒素酸化物を浄化させるとき、排気空燃比を理論空燃比より低くするリッチスパイク制御実行手段と、前記リッチスパイク制御実行手段によるリッチスパイク制御の実行後に前記内燃機関が理論空燃比以下の空燃比で運転される場合は、リッチスパイク制御の実行が終了した時点で排気空燃比を一時的に理論空燃比より高くするリーンスパイク制御実行手段と、を備えるようにしてもよい。

【0018】この内燃機関の排気浄化装置は、酸素貯蔵能力を有する前置触媒が NO_x 触媒より上流に配置された内燃機関の排気浄化装置において、リッチスパイク制御の実行が終了したときに内燃機関が理論空燃比で運転される場合は、リッチスパイク制御の実行が終了した時点で排気空燃比を一時的にリーン空燃比とすることを最大の特徴としている。

【0019】かかる内燃機関の排気浄化装置では、リッチスパイク制御実行手段がリッチスパイク制御を実行した後に内燃機関が理論空燃比で運転される場合に、リーンスパイク制御実行手段は、リッチスパイク制御の実行終了時に排気空燃比を一時的に理論空燃比より高くする。

【0020】ここで、リッチスパイク制御が実行された後に内燃機関が理論空燃比で運転されると、前置触媒に酸素を貯蔵する機会がなくなるため、内燃機関が理論空燃比で運転されているときの前置触媒の酸化能力が低下する虞があるが、本発明にかかる内燃機関の排気浄化装置では、リッチスパイク制御の実行が終了した時点で排気空燃比が理論空燃比より高くされるため、その時点で前置触媒に酸素が貯蔵されることになり、その後、内燃機関が理論空燃比で運転されても前置触媒の酸化能力が低下することがない。

【0021】尚、リーンスパイク制御実行手段は、排気中に含まれる酸素量が前置触媒の酸素貯蔵能力を越えない範囲内で排気の空燃比を高めるようにすることが好ましい。これは、リーンスパイク制御の実行により排気中の酸素量が前置触媒の酸素貯蔵能力を超えると、前置触媒が貯蔵しきれない余剰の酸素が該前置触媒から流出してしまい、NO_x触媒に流入する排気空燃比が不要に高くなる虞があるからである。

【0022】また、本発明におけるNO_x触媒としては、流入排気空燃比がリーン空燃比であるときは排気中の窒素酸化物(NO_x)を吸蔵し、流入排気空燃比が理論空燃比以下であるときは吸蔵していた窒素酸化物(NO_x)を放出しつつ窒素(N₂)に還元する吸蔵還元型NO_x触媒や、流入排気酸素濃度が高く且つ還元剤が存在するときに排気中の窒素酸化物(NO_x)を還元又は分解する選択還元型NO_x触媒等を例示することができる。

【0023】また、本発明におけるリッチスパイク制御の実行方法としては、筒内直接噴射型の内燃機関であれば膨張行程又は排気行程の気筒の燃料噴射弁から燃焼に寄与しない燃料を噴射させる方法、排気ポートや排気通路に燃料添加ノズルを取り付けて排気中に燃料を添加する方法などを例示することができる。

【0024】また、リッチスパイク制御の実行期間中にリーンスパイク制御を実行する方法としては、上記したような燃料噴射弁や燃料添加ノズル等からの燃料の噴射又は添加を停止する方法や排気中に二次空気を添加する方法等を例示することができ、リッチスパイク制御の実行終了時にリーンスパイク制御を実行する方法としては、排気中に二次空気を供給する方法などを例示することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置の具体的な実施態様について図面に基いて説明する。

【0026】＜実施の形態1＞まず、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置の第1の実施態様について図1～図5に基づいて説明する。

【0027】図1は、本発明を適用する内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す図である。図1に示す内燃機関1は、複数の気筒21を備えるとともに、各気筒21内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁32を具備した4サイクルの筒内噴射式ガソリンエンジンである。

【0028】前記内燃機関1は、複数の気筒21及び冷却水路1cが形成されたシリンダブロック1bと、このシリンダブロック1bの上部に固定されたシリンダヘッド1aとを備えている。

【0029】前記シリンダブロック1bには、機関出力軸であるクランクシャフト23が回転自在に支持され、このクランクシャフト23は、各気筒21内に摺動自在

に装填されたピストン22とコネクティングロッドを介して連結されている。

【0030】前記ピストン22の上方には、ピストン22の頂面とシリンダヘッド1aの壁面とに囲まれた燃焼室24が形成されている。前記シリンダヘッド1aには、燃焼室24に臨むよう点火栓25が取り付けられ、この点火栓25には、該点火栓25に駆動電流を印加するためのイグナイタ25aが接続されている。

【0031】前記シリンダヘッド1aには、2つの吸気ポート26の開口端と2つの排気ポート27の開口端とが燃焼室24に臨むよう形成されるとともに、その噴孔が燃焼室24に臨むよう燃料噴射弁32が取り付けられている。

【0032】前記シリンダヘッド1aには、その噴孔が排気ポート27に望むよう二次空気噴射ノズル53が取り付けられている。この二次空気噴射ノズル53は、図示しないエアポンプと接続され、該エアポンプから供給される二次空気を前記排気ポート27内へ供給するものである。

【0033】前記吸気ポート26の各開口端は、シリンダヘッド1aに進退自在に支持された吸気弁28によって開閉されるようになっており、これら吸気弁28は、シリンダヘッド1aに回転自在に支持されたインテーク側カムシャフト30によって進退駆動されるようになっている。

【0034】前記排気ポート27の各開口端は、シリンダヘッド1aに進退自在に支持された排気弁29により開閉されるようになっており、これら排気弁29は、シリンダヘッド1aに回転自在に支持されたエキゾースト側カムシャフト31により進退駆動されるようになっている。

【0035】前記インテーク側カムシャフト30及び前記エキゾースト側カムシャフト31は、図示しないタイミングベルトを介してクランクシャフト23と連結されている。

【0036】各気筒21に連通する2つの吸気ポート26のうちの一方の吸気ポート26は、シリンダヘッド1a外壁に形成された開口端から燃焼室24に臨む開口端へ向かって直線状に形成された流路を有するストレートポートで構成され、他方の吸気ポート26は、シリンダヘッド1a外壁の開口端から燃焼室24の開口端へ向かって、気筒21の軸方向と垂直な面において旋回するよう形成された流路を有するヘリカルポートで構成されている。

【0037】前記した各吸気ポート26は、シリンダヘッド1aに取り付けられた吸気枝管33の各枝管と連通している。

【0038】前記吸気枝管33において、各気筒21に対応した2つの吸気ポート26のうちのストレートポートと連通する枝管には、その枝管内の流量を調節するス

ワールコントロールバルブ37が設けられている。

【0039】前記スワールコントロールバルブ37には、ステッパモータ等からなり、印加電流の大きさに応じてスワールコントロールバルブ37を開閉駆動するSCV用アクチュエータ37aと、スワールコントロールバルブ37の開度に対応した電気信号を出力するSCVポジションセンサ37bとが取り付けられている。

【0040】前記吸気枝管33は、サージタンク34に接続されており、そのサージタンク34には、吸気管35が接続されている。吸気管35は、吸気中の塵や埃等を取り除くためのエアクリーナ36と接続されている。

【0041】前記吸気管35には、該吸気管35内を流れる新気の流量を調節するスロットル弁39が設けられている。前記スロットル弁39には、ステッパモータ等からなり、印加電流の大きさに応じて該スロットル弁39を開閉駆動するスロットル用アクチュエータ40と、該スロットル弁39の開度に対応した電気信号を出力するスロットルポジションセンサ41とが取り付けられている。

【0042】前記スロットル弁39には、アクセルペダル42に連動して回転するアクセルレバー（図示せず）が併設され、このアクセルレバーには、アクセルレバーの回転位置（アクセルペダル42の踏み込み量）に対応した電気信号を出力するアクセルポジションセンサ43が取り付けられている。

【0043】前記スロットル弁39より上流の吸気管35には、吸気管35内を流れる新気の質量（吸入空気質量）に対応した電気信号を出力するエアフローメータ44が取り付けられる。

【0044】一方、前記内燃機関1の各排気ポート27は、前記シリンダヘッド1aに取り付けられた排気枝管45の各枝管と連通している。前記排気枝管45は、本発明に係る前置触媒としての三元触媒46に接続されている。

【0045】前記した三元触媒46は、例えば、排気の流れ方向に沿う貫通孔を複数有するよう格子状に形成されたコーゼライトからなるセラミック担体と、セラミック担体の表面にコーティングされた触媒層とから構成されている。

【0046】前記触媒層は、例えば、多数の細孔を有する多孔質のアルミナ（ Al_2O_3 ）の表面に白金-ロジウム（Pt-Rh）系の貴金属触媒物質を担持させて形成されている。

【0047】更に、三元触媒46の触媒層には、貴金属触媒物質に加えてセリウム（Ce）等の金属成分が担持されている。この場合、三元触媒46は、該三元触媒46に流入する排気空燃比が理論空燃比より高いとき（すなわち排気空燃比がリーン空燃比であるとき）は、セリウムが排気中の酸素（ O_2 ）と結合して酸化セリウム（セリア）を形成することを利用して酸素（ O_2 ）を

貯蔵し、該三元触媒46に流入する排気空燃比が理論空燃比以下のとき（すなわち排気空燃比が理論空燃比又はリッチ空燃比であるとき）は、酸化セリウムが酸素（ O_2 ）と金属セリウム（Ce）とに分解されることを利用して酸素（ O_2 ）を放出する、いわゆる酸素貯蔵能力（OSC）を有することになる。

【0048】上記したように構成された三元触媒46は、所定の活性温度（例えば、 300° ）以上のときに活性し、流入する排気空燃比が理論空燃比近傍の所定範囲（触媒浄化ウィンド）内にあると、排気に含まれる炭化水素（HC）及び一酸化炭素（CO）を排気中の酸素（ O_2 ）と反応させて水（ H_2O ）及び二酸化炭素（ CO_2 ）へ酸化すると同時に、排気中の窒素酸化物（ NO_x ）を排気中の炭化水素（HC）及び一酸化炭素（CO）と反応させて水（ H_2O ）、二酸化炭素（ CO_2 ）、窒素（ N_2 ）へ還元する。

【0049】前記した三元触媒46には、排気管47が接続され、その排気管47は下流にて図示しないマフラーと接続されている。前記排気管47の途中には、本発明に係る NO_x 触媒としての吸蔵還元型 NO_x 触媒48が配置されている。

【0050】前記吸蔵還元型 NO_x 触媒48は、例えば、上流側の端部が開放され且つ下流側の端部が閉塞された流路と、上流側の端部が閉塞され且つ下流側の端部が開放された流路とがハニカム状をなすよう交互に配置された担体と、各流路の壁面に担持された NO_x 吸収剤とから構成されている。

【0051】前記担体は、例えば、多孔質のセラミックで構成されている。前記 NO_x 吸収剤としては、カリウム（K）、ナトリウム（Na）、リチウム（Li）、あるいはセシウム（Cs）等のアルカリ金属と、バリウム（Ba）やカルシウム（Ca）等のアルカリ土類と、ランタン（La）やイットリウム（Y）等の希土類とから選択された少なくとも1つと、白金（Pt）等の貴金属類とから成るものを例示することができる。

【0052】このように構成された吸蔵還元型 NO_x 触媒48は、該吸蔵還元型 NO_x 触媒48に流入する排気空燃比がリーン空燃比であるときは、排気中の窒素酸化物（ NO_x ）が NO_x 吸収剤に吸収され、該吸蔵還元型 NO_x 触媒48に流入する排気の酸素濃度が低下したときは、 NO_x 吸収剤に吸収されていた窒素酸化物（ NO_x ）が放出される。その際、吸蔵還元型 NO_x 触媒48内に還元剤が存在していれば、前記 NO_x 吸収剤から放出された窒素酸化物（ NO_x ）が還元剤と反応して窒素（ N_2 ）に還元及び浄化される。

【0053】前記排気枝管45には、該排気枝管45内を流れる排気空燃比、言い換えれば三元触媒46に流入する排気空燃比に対応した電気信号を出力する第1空燃比センサ49aが取り付けられ、前記吸蔵還元型 NO_x 触媒48より上流の排気管47には、該排気管47

内を流れる排気の空燃比、言い換えれば、吸蔵還元型NO_x触媒48に流入する排気の空燃比に対応した電気信号を出力する第2空燃比センサ49bが取り付けられている。

【0054】また、内燃機関1は、クランクシャフト23の端部に取り付けられたタイミングロータ51aとタイミングロータ51a近傍のシリンダブロック1bに取り付けられた電磁ピックアップ51bとからなるクランクポジションセンサ51と、内燃機関1の内部に形成された冷却水路1cを流れる冷却水の温度を検出するシリンダブロック1bに取り付けられた水温センサ52とを備えている。

【0055】このように構成された内燃機関1には、該内燃機関1の運転状態を制御するための電子制御ユニット(Electronic Control Unit: ECU、以下ECUと称する)20が併設されている。

【0056】前記ECU20には、SCVポジションセンサ37b、スロットルポジションセンサ41、アクセルポジションセンサ43、エアフローメータ44、第1空燃比センサ49a、第2空燃比センサ49b、クランクポジションセンサ51、及び水温センサ52等の各種センサが電気配線を介して接続され、各センサの出力信号が前記ECU20に入力されるようになっている。

【0057】前記ECU20には、イグナイタ25a、燃料噴射弁32、SCV用アクチュエータ37a、スロットル用アクチュエータ40、二次空気噴射ノズル53等が電気配線を介して接続され、ECU20が各種センサの出力信号値をパラメータとしてイグナイタ25a、燃料噴射弁32、SCV用アクチュエータ37a、スロットル用アクチュエータ40、二次空気噴射ノズル53を制御することが可能になっている。

【0058】ここで、ECU20は、図5に示すように、双方向性バス200によって相互に接続されたCPU201とROM202とRAM203とバックアップRAM204と入力ポート205と出力ポート206とを備えるとともに、前記入力ポート205に接続されたA/Dコンバータ(A/D)207を備えている。

【0059】前記入力ポート205は、クランクポジションセンサ51のようにデジタル信号形式の信号を出力するセンサの出力信号を入力し、それらの出力信号をCPU201あるいはRAM203へ送信する。

【0060】前記入力ポート205は、SCVポジションセンサ37b、スロットルポジションセンサ41、アクセルポジションセンサ43、エアフローメータ44、第1空燃比センサ49a、第2空燃比センサ49b、水温センサ52のようにアナログ信号形式の信号を出力するセンサの出力信号をA/D207を介して入力し、それらの出力信号をCPU201やRAM203へ送信する。

【0061】前記出力ポート206は、前記CPU20

1から出力される制御信号をイグナイタ25a、燃料噴射弁32、SCV用アクチュエータ37a、スロットル用アクチュエータ40、あるいは二次空気噴射ノズル53へ送信する。

【0062】前記ROM202は、燃料噴射量を決定するための燃料噴射量制御ルーチン、燃料噴射時期を決定するための燃料噴射時期制御ルーチン、点火時期を決定するための点火時期制御ルーチン、スワールコントロールバルブ(SCV)37の開度を制御するためのSCV制御ルーチン、スロットル弁39の開度を制御するためのスロットル制御ルーチン等の既知のアプリケーションプログラムに加え、本発明の要旨となるリッチスパイク制御ルーチンを記憶している。

【0063】前記ROM202は、前記したアプリケーションプログラムに加え、各種の制御マップを記憶している。前記した制御マップは、例えば、内燃機関1の運転状態と燃料噴射量との関係を示す燃料噴射量制御マップ、内燃機関1の運転状態と燃料噴射時期との関係を示す燃料噴射時期制御マップ、内燃機関1の運転状態と点火時期との関係を示す点火時期制御マップ、内燃機関1の運転状態とスワールコントロールバルブ(SCV)37の開度との関係を示すSCV開度制御マップ、内燃機関1の運転状態とスロットル弁39との関係を示すスロットル開度制御マップ等である。

【0064】前記RAM203は、各センサの出力信号やCPU201の演算結果等を記憶する。前記演算結果は、例えば、クランクポジションセンサ51の出力信号に基づいて算出される機関回転数等である。前記RAM203に記憶される各種のデータは、クランクポジションセンサ51が信号を出力する度に最新のデータに書き換えられる。

【0065】前記バックアップRAM204は、内燃機関1の運転停止後もデータを保持する不揮発性のメモリである。

【0066】前記CPU201は、前記ROM202に記憶されたアプリケーションプログラムに従って動作し、燃料噴射制御、点火制御、SCV制御、スロットル制御、あるいはリッチスパイク制御などの各種制御を実行する。

【0067】例えば、CPU201は、クランクポジションセンサ51、アクセルポジションセンサ43、あるいはエアフローメータ44等の出力信号値をパラメータとして内燃機関1の負荷を判別する。

【0068】CPU201は、内燃機関1の負荷に応じて、SCV用アクチュエータ37a、スロットル用アクチュエータ40、燃料噴射弁32、及び点火栓25を制御することにより、リーン度合いの高い混合気による成層燃焼運転と、リーン度合いの低い混合気による均質リーン燃焼運転と、理論空燃比以下の混合気による均質燃焼運転とを切り換える。

【0069】ここで、内燃機関1が成層燃焼運転状態又は均質リーン燃焼運転状態にあるとき、言い換えれば内燃機関1が希薄燃焼運転されているときは、内燃機関1から排出される排気空燃比がリーン空燃比となるため、三元触媒46が排気中の窒素酸化物(Nox)を十分に浄化することができない。これに対し、本実施の形態では、三元触媒46の下流に吸蔵還元型Nox触媒48が配置されているため、三元触媒46で浄化しきれなかった窒素酸化物(Nox)が吸蔵還元型Nox触媒48に吸蔵され、大気中に放出されることがない。

【0070】ところで、吸蔵還元型Nox触媒48のNox吸蔵能力には限りがあるため、内燃機関1の希薄燃焼運転が長期間継続されると、吸蔵還元型Nox触媒48のNox吸蔵能力が飽和してしまい、排気中の窒素酸化物(Nox)が吸蔵還元型Nox触媒48にて除去されずに大気中に放出されることになる。

【0071】これに対し、CPU201は、内燃機関1が希薄燃焼運転されているときは、所定時間毎に排気空燃比を所定のリッチ空燃比(以下、第1のリッチ空燃比と称する)とすべくリッチスパイク制御を実行する。

【0072】リッチスパイク制御の具体的な実行方法としては、膨張行程若しくは排気行程にある気筒21の燃料噴射弁32から燃料に寄与しない燃料(副燃料)を噴射させる方法、内燃機関1の排気ポートや排気通路に専用の燃料噴射弁を取り付け、その燃料噴射弁から燃料を噴射させる方法などを例示することができるが、本実施の形態では、排気行程中の気筒21の燃料噴射弁32から副燃料を噴射させる方法を例に挙げて説明する。

【0073】その際、CPU201は、第1空燃比センサ49aの出力信号値が所望の第1のリッチ空燃比となるように、燃料噴射弁32から噴射される副燃料量を制御する、所謂リッチスパイクフィードバック制御を実行するようにしてもよい。

【0074】このような方法によりリッチスパイク制御が実行されると、内燃機関1から排出される排気空燃比がリーン空燃比と第1のリッチ空燃比とを短い周期で交互に繰り返すようになる。この場合、リーン空燃比の排気と第1のリッチ空燃比の排気とが短い周期で交互に吸蔵還元型Nox触媒48へ流入することになる。

【0075】その結果、吸蔵還元型Nox触媒48が窒素酸化物(Nox)の吸蔵と放出・還元とを交互に繰り返すことになるため、内燃機関1の希薄燃焼運転が長期間継続される場合であっても吸蔵還元型Nox触媒48のNox吸蔵能力が飽和することがない。

【0076】また、吸蔵還元型Nox触媒48より上流の排気通路には、酸素貯蔵力を有する三元触媒46が配置されているため、リッチスパイク制御の実行によって排気空燃比が第1のリッチ空燃比にされると、三元触媒46に貯蔵されていた酸素が該三元触媒46から放出されることになる。

【0077】上記したように三元触媒46から貯蔵酸素が放出されると、三元触媒46から流出した排気空燃比、言い換えれば、吸蔵還元型Nox触媒48に流入する排気空燃比は、前記第1のリッチ空燃比より高い空燃比となる。このため、吸蔵還元型Nox触媒48は、貯蔵している窒素酸化物(Nox)の全てを還元・浄化することができなくなる虞がある。

【0078】そこで、CPU201は、リッチスパイク制御を実行する直前に、排気空燃比を前記第1のリッチ空燃比より低い第2のリッチ空燃比まで低下させる空燃比低下制御を実行する。この空燃比低下制御の実行方法としては、前述したリッチスパイク制御と同様の方法を例示することができる。但し、その際に燃料噴射弁32から噴射される副燃料量は、リッチスパイク制御実行時の副燃料量より多くされる。

【0079】上記したような空燃比低下制御がリッチスパイク制御の実行直前に実行されると、三元触媒46には、第2のリッチ空燃比の排気が流入する。その際、第2のリッチ空燃比は、通常のリッチスパイク制御に係る第1のリッチ空燃比より低く設定されるため、三元触媒46に貯蔵されていた酸素の全てが速やかに放出される。

【0080】空燃比低下制御に続いてリッチスパイク制御が実行されると、三元触媒46には第1のリッチ空燃比の排気が流入することになる。その時点では、三元触媒46に酸素が貯蔵されていないため、三元触媒46から流出する排気空燃比は、第1のリッチ空燃比と略一致する。

【0081】この結果、吸蔵還元型Nox触媒48には、第1のリッチ空燃比の排気が流入することになり、吸蔵還元型Nox触媒48に吸蔵されていた窒素酸化物(Nox)が好適に還元及び浄化されるようになる。

【0082】一方、上記したような空燃比低下制御とリッチスパイク制御が連続して実行されると、空燃比低下制御の実行開始時点からリッチスパイク制御の実行終了時点までの期間において、三元触媒46の酸素貯蔵能力が機能しないため、三元触媒46による炭化水素(HC)や一酸化炭素(CO)の酸化能力が低下し、排気エミッションが悪化してしまう場合がある。

【0083】これに対し、CPU201は、リッチスパイク制御の実行期間中において排気空燃比を一時的に高めるリーンスパイク制御を実行する。

【0084】リーンスパイク制御の実行方法としては、リッチスパイク制御実行時に燃料噴射弁32から噴射される副燃料量を一時的に減量する方法、もしくはリッチスパイク制御実行中に二次空気噴射ノズル53から一時的に二次空気を噴射させる方法などを例示することができる。

【0085】具体的には、CPU201は、リッチスパイク制御の実行期間中において、図3、図4に示される

ように、所定時間毎に二次空気噴射ノズル53から二次空気を噴射させる。

【0086】その際、リッチスパイクフィードバック制御の目標中心空燃比は、図3に示されるように第1のリッチ空燃比より高く且つ理論空燃比より低く設定されるようにしてもよく、又は図4に示されるように理論空燃比に設定されるようにしてもよい。但し、二次空気噴射ノズル53から一回に噴射される二次空気の量は、二次空気供給後の排気に含まれる酸素量が三元触媒46の酸素貯蔵能力を超えないように設定されることが好ましい。これは、二次空気供給後の排気に含まれる酸素量が三元触媒46の酸素貯蔵能力を越えると、三元触媒46により貯蔵しきれない酸素が該三元触媒46から流出し、吸蔵還元型NOx触媒48に流入する排気空燃比が所望の第1のリッチ空燃比より高くなる虞があるからである。

【0087】このようなリーンスパイク制御がリッチスパイク制御の実行期間中に実行されると、三元触媒46に酸素過剰状態の排気が流入するため、三元触媒46が酸素を貯蔵することが可能となる。その結果、三元触媒46の酸化能力が活性し、排気中の炭化水素(HC)や一酸化炭素(CO)を好適に酸化及び浄化することが可能となる。

【0088】以下、本実施の形態におけるリッチスパイク制御について具体的に説明する。CPU201は、内燃機関1が希薄燃焼運転されている状況下において、所定の周期でリッチスパイク制御を実行する。その際、CPU201は、図5に示すようなリッチスパイク制御ルーチンに従ってリッチスパイク制御を実行することになる。

【0089】前記したリッチスパイク制御ルーチンは、予めROM202に記憶されているルーチンであり、CPU201によって所定時間毎(例えば、クランクポジションセンサ51がパルス信号を出力する度)に繰り返し実行されるルーチンである。

【0090】図5に示されるリッチスパイク制御ルーチンにおいて、CPU201は、先ずS501において内燃機関1が希薄燃焼運転されているか否か、具体的には、内燃機関1が成層燃焼運転又は均質リーン燃焼運転されているか否かを判別する。

【0091】前記S501において内燃機関1が希薄燃焼運転されていないと判定された場合、言い換えれば、内燃機関1が理論空燃比以下の混合気により均質燃焼運転されていると判定された場合は、CPU201は、リッチスパイク制御を実行する必要がないとみなし、本ルーチンの実行を終了する。

【0092】一方、前記S501において内燃機関1が希薄燃焼運転されていると判定された場合は、CPU201は、S502へ進み、リッチスパイク制御実行条件が成立しているか否かを判別する。

【0093】上記したリッチスパイク制御実行条件としては、例えば、吸蔵還元型NOx触媒48が活性状態にある、前回のリッチスパイク制御実行時からの経過時間が所定時間以上である等の条件を例示することができる。

【0094】上記したようなリッチスパイク制御実行条件が成立していると判定された場合は、CPU201は、S503へ進み、排気空燃比を前記した第2のリッチ空燃比まで低下させるべく空燃比低下制御を実行する。具体的には、CPU201は、排気行程中の気筒21の燃料噴射弁32から副燃料を噴射させる。

【0095】S504では、CPU201は、空燃比低下制御カウンタを起動する。この空燃比低下制御カウンタは、空燃比低下制御の実行開始時点からの経過時間を計時するカウンタであり、例えば、CPU201に内蔵されたレジスタ等で構成される。

【0096】S505では、CPU201は、空燃比低下制御カウンタの値が所定の空燃比低下制御実行時間：T1以上であるか否かを判別する。前記空燃比低下制御実行時間：T1は、第2のリッチ空燃比の排気が三元触媒46に流入している条件下で、三元触媒46が貯蔵酸素の全てを放出するまでに要する時間である。

【0097】前記S505において空燃比低下制御カウンタの値が前記空燃比低下制御実行時間：T1未満であると判定された場合は、CPU201は、三元触媒46が貯蔵酸素の全てを未だ放出していないとみなし、空燃比低下制御の実行を継続する。

【0098】一方、前記S505において空燃比低下制御カウンタの値が前記空燃比低下制御実行時間：T1以上であると判定された場合は、CPU201は、三元触媒46が貯蔵酸素の全てを既に放出したとみなし、S506へ進む。

【0099】S506では、CPU201は、空燃比低下制御からリッチスパイク制御へ制御を移行する。具体的には、CPU201は、排気空燃比を第2のリッチ空燃比から第1のリッチ空燃比まで高めるべく副燃料の噴射量を減量する。

【0100】S507では、CPU201は、リッチスパイク制御カウンタとリーンスパイク制御カウンタを起動する。前記リッチスパイク制御カウンタは、リッチスパイク制御の実行開始時点からの経過時間を計時するカウンタである。一方、前記リーンスパイク制御カウンタは、前回のリーンスパイク制御の実行が終了した時点からの経過時間を計時するカウンタであるが、リッチスパイク制御の実行開始後に初めて起動される場合はリッチスパイク制御の実行開始時点からの経過時間を計時する。

【0101】S508では、CPU201は、リーンスパイク制御カウンタの値が所定のリーンスパイク制御実行間隔：T2以上であるか否かを判別する。

【0102】前記S508においてリーンスパイク制御カウンタの値が前記リーンスパイク制御実行間隔：T2未満であると判定された場合は、CPU201は、前記S508以降の処理を再度実行する。

【0103】一方、前記S508においてリーンスパイク制御カウンタの値が前記リーンスパイク制御実行間隔：T2以上であると判定された場合は、CPU201は、S509へ進み、リーンスパイク制御を実行する。具体的には、CPU201は、二次空気噴射ノズル53から所定量の二次空気を噴射させる。この場合、内燃機関1から排出される排気空燃比が一時的に高まるため、排気中に含まれる酸素が三元触媒46に貯蔵され、若しくは三元触媒46において排気中の炭化水素(HC)や一酸化炭素(CO)を酸化させる。

【0104】前記したようなリーンスパイク制御を実行し終わると、CPU201は、S510へ進み、リーンスパイク制御カウンタを再起動する。この場合、リーンスパイク制御カウンタは、リーンスパイク制御の実行終了時点からの経過時間を計時することになる。

【0105】S511では、CPU201は、リッチスパイク制御カウンタの値が所定のリッチスパイク制御実行時間：T3以上に達したか否かを判別する。

【0106】前記S511においてリッチスパイク制御カウンタの値が前記リッチスパイク制御実行時間：T3未満であると判定された場合は、CPU201は、前述したS508以降の処理を繰り返し実行する。この場合、リッチスパイク制御の実行が継続されるとともに、リーンスパイク制御が前記リーンスパイク制御実行間隔：T2置きに繰り返し実行されることになる。

【0107】一方、前記S511においてリッチスパイク制御カウンタの値が前記リッチスパイク制御実行時間：T3以上であると判定された場合は、CPU201は、S512へ進み、リッチスパイク制御の実行を終了する。すなわち、CPU201は、燃料噴射弁32からの副燃料の噴射を停止する。

【0108】S513では、CPU201は、前述した空燃比低下制御カウンタ、リッチスパイク制御カウンタ、及びリーンスパイク制御カウンタの値を全てリセットする。

【0109】このようにCPU201がリッチスパイク制御ルーチンを実行することにより、前述した図3及び図4の説明で述べたように、リッチスパイク制御の実行期間中において所定時間おきに排気空燃比が高められることになる。

【0110】この結果、リッチスパイク制御の実行期間中においても三元触媒46の酸素貯蔵能力を機能させることが可能となり、三元触媒46の酸化能力を活性化させて排気中の炭化水素(HC)や一酸化炭素(CO)を好適に酸化及び浄化することが可能となる。

【0111】更に、一回のリーンスパイク制御によって

排気中に供給される二次空気の量は、二次空気供給後の排気に含まれる酸素量が三元触媒46の酸素貯蔵能力を越えないように設定されるため、吸蔵還元型NOx触媒48に流入する排気空燃比が不要に高くなることなく、吸蔵還元型NOx触媒48における窒素酸化物(NOx)の浄化率が不要に低下することもない。

【0112】従って、本実施の形態に係る内燃機関の排気浄化装置によれば、リッチスパイク制御実行期間において、窒素酸化物(NOx)の浄化率を低下させることなく炭化水素(HC)や一酸化炭素(CO)の浄化率を向上させることが可能となる。

【0113】＜実施の形態2＞次に、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置の第2の実施態様について図6～図7に基づいて説明する。ここでは前述した第1の実施の形態と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略する。

【0114】本実施の形態と前述した第1の実施の形態との相違点は、前述した第1の実施の形態がリッチスパイク制御の実行期間中にリーンスパイク制御を実行するのに対し、本実施の形態ではリッチスパイク制御の実行終了後に内燃機関1が理論空燃比の混合気で運転される場合において、リッチスパイク制御の実行が終了した時点でリーンスパイク制御を実行する点にある。

【0115】ここで、排気空燃比低下制御及びリッチスパイク制御の実行後に直ちに内燃機関1が理論空燃比の混合気で運転されると(以下、内燃機関1が理論空燃比の混合気で運転されることをストイキ運転と称する)、排気空燃比低下制御の実行開始時点から内燃機関1のストイキ運転の終了時点までの期間において、三元触媒46の酸素貯蔵能力が機能せず、ストイキ運転時における炭化水素(HC)や一酸化炭素(CO)の浄化率が低下する虞がある。

【0116】そこで、本実施の形態に係る内燃機関の排気浄化装置では、リッチスパイク制御の実行完了後に内燃機関1がストイキ運転される場合には、図6に示されるように、リッチスパイク制御の実行が完了した時点でリーンスパイク制御が実行されるようにした。

【0117】リーンスパイク制御の具体的な実行方法としては、前述した第1の実施の形態と同様に二次空気噴射ノズル53から二次空気を噴射させる方法を例示することができる。

【0118】その際、二次空気噴射ノズル53から噴射される二次空気量は、二次空気供給後の排気に含まれる酸素量が三元触媒46の酸素貯蔵能力を超えないように設定され、好ましくは二次空気供給後の排気に含まれる酸素量が酸素貯蔵能力以下且つ酸素貯蔵能力の半分以上となるようにする。

【0119】これは、二次空気供給後の排気に含まれる酸素量が過剰に少なくなると、ストイキ運転時において三元触媒46が排気中の炭化水素(HC)や一酸化炭素

(CO)などを十分に酸化及び浄化することができなくなる虞があるからである。

【0120】このように、リッチスパイク制御の実行完了後に内燃機関1がストイキ運転される場合において、リッチスパイク制御の実行が完了した時点でリーンスパイク制御が実行されると、内燃機関1がストイキ運転される前に三元触媒46が十分な量の酸素を貯蔵することができるため、ストイキ運転時における炭化水素(HC)や一酸化炭素(CO)の浄化率を向上させることが可能となる。

【0121】以下、本実施の形態におけるリッチスパイク制御について具体的に説明する。CPU201は、リッチスパイク制御を実行するにあたり、図7に示すようなリッチスパイク制御ルーチンを実行する。このリッチスパイク制御ルーチンは、予めROM202に記憶されているルーチンであり、CPU201によって所定時間毎(例えば、クランクポジションセンサ51がパルス信号を出力する度)に繰り返し実行されるルーチンである。

【0122】図7に示されるリッチスパイク制御ルーチンにおいて、CPU201は、先ずS701において内燃機関1が希薄燃焼運転されているか否かを判別する。

【0123】前記S701において内燃機関1が希薄燃焼運転されていないと判定された場合は、CPU201は、リッチスパイク制御を実行する必要がないとみなし、本ルーチンの実行を終了する。

【0124】一方、前記S701において内燃機関1が希薄燃焼運転されていると判定された場合は、CPU201は、S702へ進み、リッチスパイク制御実行条件が成立しているか否かを判別する。

【0125】前記S702においてリッチスパイク制御実行条件が成立していると判定された場合は、CPU201は、S703へ進み、排気空燃比を前記した第2のリッチ空燃比まで低下させるべく空燃比低下制御を実行する。

【0126】S704では、CPU201は、空燃比低下制御カウンタを起動する。

【0127】S705では、CPU201は、空燃比低下制御カウンタの値が所定の空燃比低下制御実行時間:T1以上であるか否かを判別する。

【0128】前記S705において空燃比低下制御カウンタの値が前記空燃比低下制御実行時間:T1未満であると判定された場合は、CPU201は、三元触媒46が貯蔵酸素の全てを未だ放出していないとみなし、空燃比低下制御の実行を継続する。

【0129】一方、前記S705において空燃比低下制御カウンタの値が前記空燃比低下制御実行時間:T1以上であると判定された場合は、CPU201は、三元触媒46が貯蔵酸素の全てを既に放出したとみなし、S706へ進む。

【0130】S706では、CPU201は、空燃比低下制御からリッチスパイク制御へ制御を移行する。

【0131】S707では、CPU201は、リッチスパイク制御カウンタを起動する。

【0132】S708では、CPU201は、リッチスパイク制御カウンタの値が所定のリッチスパイク制御実行時間:T3以上に達したか否かを判別する。

【0133】前記S708においてリッチスパイク制御カウンタの値が前記リッチスパイク制御実行時間:T3未満であると判定された場合は、CPU201は、リッチスパイク制御カウンタの値が前記リッチスパイク制御実行時間:T3以上となるまでリッチスパイク制御の実行を継続する。

【0134】前記S708においてリッチスパイク制御カウンタの値が前記リッチスパイク制御実行時間:T3以上であると判定された場合は、CPU201は、S709へ進み、リッチスパイク制御の実行を終了する。すなわち、CPU201は、燃料噴射弁32からの副燃料の噴射を停止する。

【0135】S710では、CPU201は、前述した空燃比低下制御カウンタ及びリッチスパイク制御カウンタの値を全てリセットする。

【0136】S711では、CPU201は、内燃機関1のストイキ運転条件が成立しているか否かを判別する。内燃機関1をストイキ運転させる条件としては、例えば、アクセルポジションセンサ43の出力信号値(アクセル開度)が所定開度以上である、エアフローメータ44の出力信号値(吸入空気量)が所定量以上である、機関回転数が所定回転数以上であるなどの条件を例示することができる。

【0137】前記S711において内燃機関1のストイキ運転条件が成立していないと判定された場合は、CPU201は、本ルーチンの実行を終了する。

【0138】一方、前記S711において内燃機関1のストイキ運転条件が成立していると判定された場合は、CPU201は、S712へ進み、リーンスパイク制御を実行する。具体的には、CPU201は、二次空気噴射ノズル53から所定量の二次空気を噴射させる。この場合、内燃機関1から排出される排気空燃比が一時的に高まるため、排気中に含まれる酸素が三元触媒46に貯蔵されることになり、三元触媒46の酸化能力が活性する。

【0139】このようなリーンスパイク制御が実行された後に内燃機関1がストイキ運転されると、排気中に含まれる炭化水素(HC)や一酸化炭素(CO)が三元触媒46によって好適に酸化及び浄化されるようになる。

【0140】従って、本実施の形態に係る内燃機関の排気浄化装置によれば、リッチスパイク制御の実行後に内燃機関1がストイキ運転される場合において、リッチスパイク制御実行時のNOx浄化率を低下させることな

く、ストイキ運転時のHC浄化率及びCO浄化率を向上させることが可能となる。

【0141】

【発明の効果】本発明によれば、酸素貯蔵能力を有する前置触媒がNOx触媒の上流に配置された内燃機関の排気浄化装置において、NOx触媒の浄化能力を低下させることなく前置触媒の浄化能力を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施の形態における内燃機関の概略構成を示す図

【図2】 ECUの内部構成を示すブロック図

【図3】 リッチスパイク制御実行時における排気空燃比の状態を示す図(1)

【図4】 リッチスパイク制御実行時における排気空燃比の状態を示す図(2)

* 【図5】 第1の実施の形態におけるリッチスパイク制御ルーチンを示す図

【図6】 リッチスパイク制御実行時における排気空燃比の状態を示す図(3)

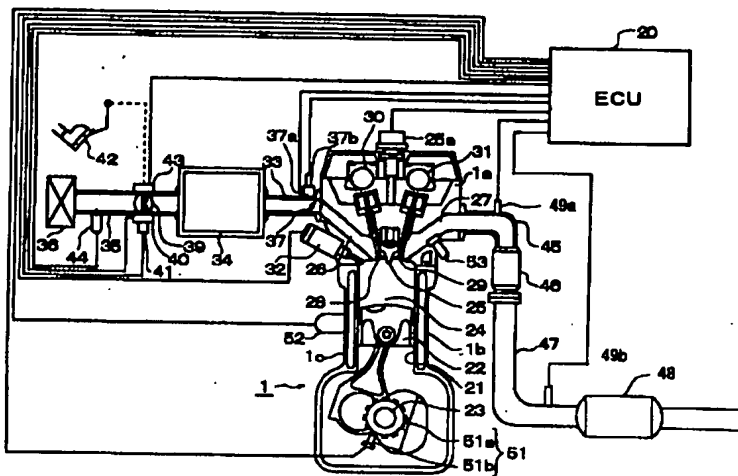
【図7】 第2の実施の形態におけるリッチスパイク制御ルーチンを示す図

【符号の説明】

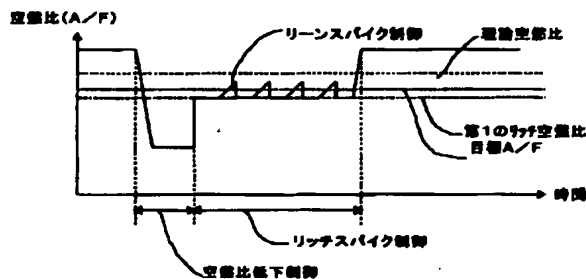
- 1・・・内燃機関
- 20・・・ECU
- 21・・・気筒
- 32・・・燃料噴射弁
- 46・・・三元触媒
- 47・・・排気管
- 48・・・吸蔵還元型NOx触媒
- 53・・・二次空気噴射ノズル

*

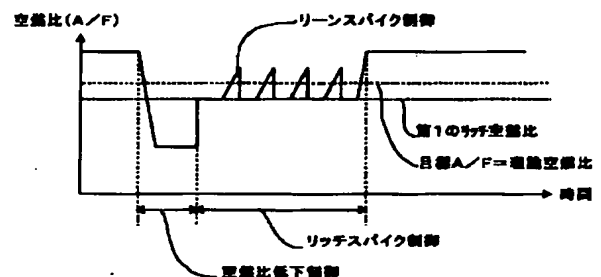
【図1】



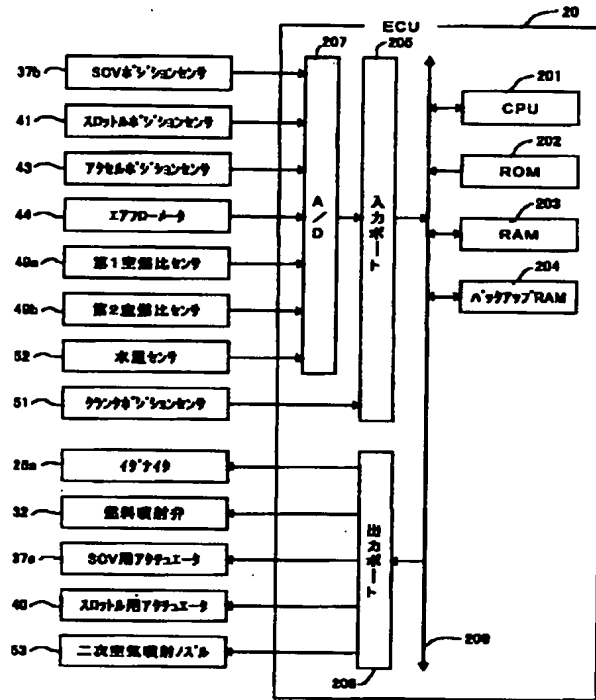
【図3】



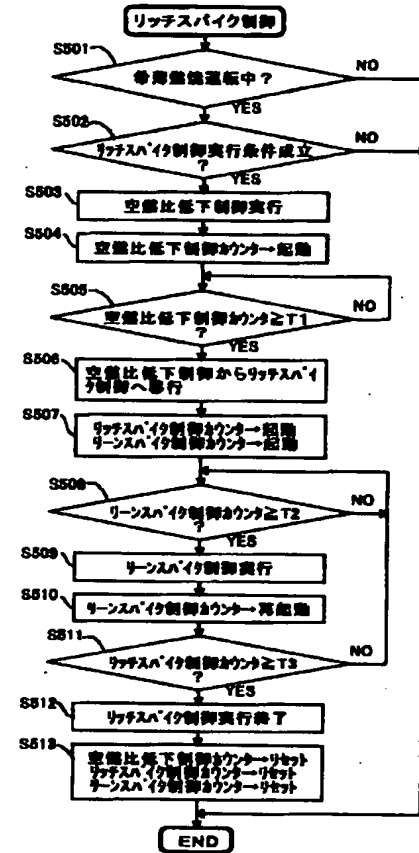
【図4】



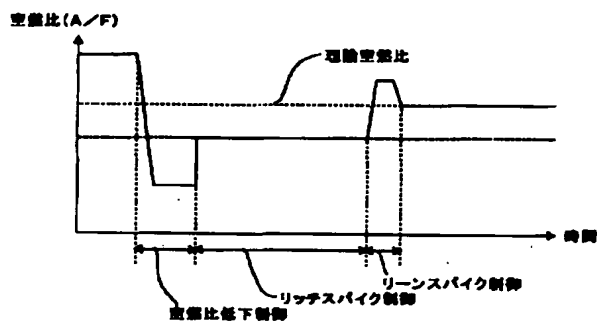
【図2】



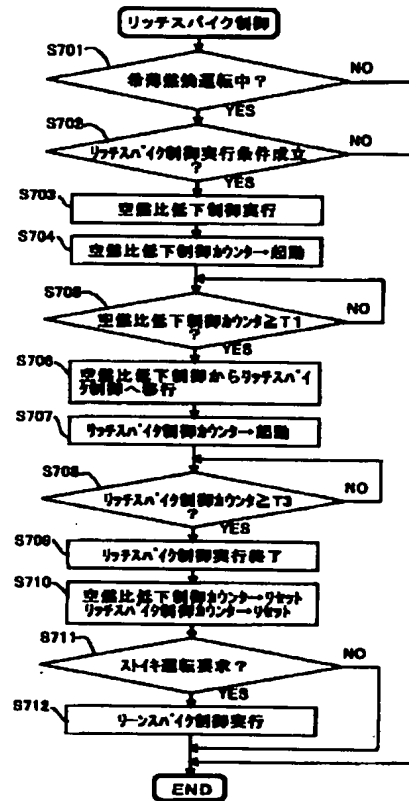
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

F 0 1 N 3/28

F 0 2 D 43/00

45/00

識別記号

3 0 1

3 0 1

3 0 1

F I

F 0 2 D 43/00

45/00

B 0 1 D 53/36

テマコード (参考)

3 0 1 H

3 0 1 T

3 0 1 G

1 0 3 B

1 0 1 B

F ターム(参考) 3G084 AA04 BA09 BA13 BA24 DA10
EB12 EB16 EC01 FA07 FA10
FA20 FA26 FA33 FA38
3G091 AA02 AA12 AA17 AB02 AB05
BA01 BA11 BA14 BA17 BA27
CA18 CB02 DA04 DC01 EA01
EA03 EA05 EA07 EA16 EA34
FB06 FB10 FB11 FB12 GA06
HA10 HA36 HA37 HA42
3G301 HA01 HA15 HA17 JA25 LB04
LC01 MA01 MA12 MA26 NA01
NA08 NC01 NC02 ND02 ND22
NE02 NE07 NE13 NE14 NE15
PA01Z PA11Z PD09Z PE01Z
PE03Z PE08Z PF03Z PF15Z
4D048 AA06 AA13 AA18 AB02 AB07
CC32 CC46 DA01 DA02 DA20
EA04